

Níveis de Energia e Relações Energia:Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade

José Humberto Vilar da Silva¹, Luiz Fernando Teixeira Albino², Adriana Helena do Nascimento³

RESUMO - Níveis de energia metabolizável (EM) de 2900, 3100 e 3300 kcal e relações energia: proteína (EM: PB) de 128, 148, 168 e 188 kcal/%PB foram avaliados em frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade, distribuídos ao acaso em um esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições de 18 aves por tratamento. O aumento da relação EM: PB apresentou efeito linear decrescente sobre consumo de ração, peso vivo aos 42 dias, ganho de peso, consumo de proteína, consumo de energia metabolizável, peso da carcaça, peso da carne de peito, peso de pernas (coxa+sobrecoxa) e elevou linearmente a porcentagem de gordura abdominal na carcaça em todos os níveis de energia. A relação EM: PB de 148 (20,95% PB) dentro do nível de EM de 3100 kcal atende às exigências de ótimo crescimento de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, enquanto a relação EM: PB de 188 dentro de todos os níveis de energia estudados se mostrou inadequada. Em virtude do aumento do custo da ração, a redução da relação EM: PB, em rações práticas, deve ser avaliada para otimizar o modelo de produção em que a qualidade da carcaça também deve ser considerada.

Palavras-chave: desempenho, gordura abdominal, peso da carcaça, frangos de corte

Energy Levels and Metabolizable Energy:Protein Ratio for Male Broiler Chicks from 22 to 42 Days of Age

ABSTRACT - Levels of metabolizable energy (ME) of 2,900, 3,100 and 3,300 kcal and energy to protein ratio (EM: PB) of 128, 148, 168 and 188 kcal/%CP were evaluated with male broiler chicks from 22 to 42 days of age, assigned to a completely randomized 3 x 4 factorial design, where each treatment had four replications of 18 birds. Increasing the ME: CP ratio resulted in linear decreasing effect on feed intake, live weight, weight gain, crude protein intake, energy intake, carcass weight, breast meat weight, drumsticks weight and linearly increased abdominal fat percentage within each level of energy. The 148 ME:CP ratio (20,95% CP) in the level of 3100 kcal ME met the broilers requirements to optimum growth from 22 to 42 days of age, while 188 ME:CP ratio was inadequate. Because of the high costs, decreasing EM: PB ratio must be evaluated to optimize a production system where the carcass quality is also considered.

Key Words: abdominal fat, broiler male chicks, carcass weight, performance

Introdução

Há cerca de 50 anos, foi reconhecido que a composição da carcaça poderia ser alterada pela manipulação nutricional da ração (FRAPS, 1943), no entanto, este princípio vem sendo pouco aplicado na formulação de rações para frangos de corte. Segundo BUYSE et al. (1998), a excessiva deposição e os problemas de saúde associados com o consumo de gordura são, atualmente, a maior preocupação de produtores, abatedores, indústrias de processamento e consumidores.

Ótimas revisões têm sido publicadas listando os principais fatores que afetam a qualidade da carcaça de frangos de corte (LEENSTRA, 1986; LIN, 1980, 1981; EMMANS, 1987 e 1995; PESTI, 1999; e ALBINO et al., 2000) e a proporção caloria:proteína,

pelas implicações sobre a quantidade de gordura suplementar e custo da ração, taxa de crescimento, conversão alimentar e composição corporal (PESTI, 1999), além das interações com a genética e o ambiente das aves, é, provavelmente, o fator mais importante.

Segundo EMMANS (1987), em virtude das rápidas mudanças no melhoramento genético das linhagens de frangos de corte, a realização de testes periódicos com rações variando a relação energia:proteína deve contribuir para detectar possíveis falhas nos programas de seleção, em relação à qualidade de carcaça, e orientar eventuais correções nos planos de nutrição, a fim de evitar excesso de gordura na carcaça.

Avaliando o efeito do aumento das relações EM:PB de 139 para 160 e 188, em frangos de corte de 28 a

¹ Professor do Departamento de Agropecuária/CFT/UFPB - CEP 58.220-000/Bananeiras-PB. E-mail: jvilar@cft.ufpb.br

² Professor do Departamento de Zootecnia/UFV. E-mail: lalbino@mail.ufv.br

³ Agroceres-Rio Claro-SP. E-mail: adrianan@agroceres.com.br

56 dias de idade, GRIFFITHS et al. (1977) não observaram efeito sobre o ganho, mas o consumo e a gordura abdominal aumentaram em termos absolutos e a conversão alimentar piorou.

Redução significativa no ganho de peso e pior conversão (NASCIMENTO et al., 1998), além de aumentos significativos nas porcentagens de gordura abdominal e extrato etéreo e queda no teor de proteína da carcaça (ALBINO et al., 2000), foram observadas em frangos, na fase inicial, alimentados com rações contendo relações energia:proteína, que passaram de 125,0 para 136,9 e 151,5.

O NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994) e ROSTAGNO et al. (2000) recomendaram relação EM: PB de 160, para permitir ótimo crescimento, e conversão alimentar em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Porém, é importante investigar se esta relação atende também as exigências das aves para o ótimo crescimento de carne de peito, coxa e sobrecoxa e se as proporções de ambos são alteradas quando a mesma relação energia: proteína é usada com diferentes níveis de energia da ração.

Em grande parte dos estudos, as relações proteína e outros nutrientes importantes da ração, como lisina, metionina+cistina, cálcio, fósforo disponível e sódio, não foram mantidas, à medida que as relações caloria:proteína foram determinadas, e variações não controladas de peso e de composição da carcaça podem ter ocorrido em muitos ensaios, em virtude de possíveis interações entre os diferentes nutrientes da ração.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da relação EM: PB na ração com níveis baixo, médio e alto de energia, mantendo fixas as relações proteína:lisina, metionina+cistina, cálcio, fósforo disponível e sódio sobre o desempenho e a qualidade da carcaça de frangos machos de 22 a 42 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Aviário do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 864 pintinhos machos da linhagem Avian Farms, com peso inicial de $0,502 + 0,0054$ kg, criados de 1 a 21 dias em condições convencionais. A escolha de frangos machos foi justificada pelo maior peso absoluto de carne de peito (SMITH et al., 1998) e de pernas em relação às fêmeas, no intuito de

detectar possíveis tendências das rações promoverem aumentos nas deposições de carne de peito, coxa e sobrecoxa.

Aos 21 dias, as aves foram pesadas e distribuídas em boxes de 1,0 x 2,0 m, com cama de maravalha, e criadas até 42 dias de idade com ração farelada e água à vontade. Utilizou-se um programa de luz contínuo (24 horas de luz/dia), enquanto a temperatura e a umidade do ambiente foram acompanhadas diariamente às 8, 13 e 18 h.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, quatro relações energia:proteína (EM:PB) de 128, 148, 168 e 188 kcal/%PB e níveis baixo, médio e alto de EM na ração (2900, 3100 e 3300 kcal), como fatores principais e interações. As relações EM: PB foram definidas com base na relação de 160, recomendada pelo NRC (1994) e por ROSTAGNO et al. (2000).

O aumento da relação EM: PB em cada nível de EM foi proporcionado pela redução do conteúdo de PB, variando as proporções de milho, glúten de milho e farelo de soja, e o aumento da EM foi assegurado pelo acréscimo da proporção de óleo de soja em substituição parcial ao milho. Os teores de lisina, metionina + cistina, cálcio, fósforo disponível e sódio foram mantidos constantes em relação à proteína, com as adições de L-lisina·HCl, DL-metionina, calcário, fosfato bicálcico e sal comum, respectivamente (Tabela 1).

Além do consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e consumo de proteína bruta e energia metabolizável, a relação da eficiência protéica (PER) foi obtida pela relação entre o ganho de peso (g) e o consumo de proteína (g).

Aos 42 dias de idade, após jejum de seis horas, quatro aves de cada parcela experimental foram abatidas, depenadas e evisceradas (com pés e cabeça), para as avaliações de carcaça em relação ao peso vivo, e de pernas (coxa+sobrecoxa), peito+osso+pele, carne de peito e gordura abdominal em relação ao peso da carcaça limpa. A carne de peito foi obtida pela retirada da pele e desossa manual. A gordura abdominal constituiu-se da parte aderida à moela, bolsa de Fabricius, cloaca e músculos abdominais adjacentes.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1982). Quando as interações foram significativas ($P < 0,05$) ou relevantes ($P < 0,10$), realizou-se o desdobramento da soma de quadrados dos

Tabela 1 - Composição química, energia metabolizável e relações EM: PB das rações fornecidas para frangos machos de 22 a 42 dias de idade
 Table 1 - Chemical composition, metabolizable energy and metabolizable energy:protein ratio of diets fed male broiler chicks from 22 to 42 days of age

Ingredientes Ingredients	EM (kcal/kg) e relações EM: PB ME (kcal/kg) and ME: CP ratio											
	2900	3100	3100	3100	3300	3300						
Milho (corn)	56,389	61,598	65,527	68,619	46,792	57,724	67,230	73,475	41,816	52,125	59,392	67,364
Farelo de soja (soybean meal)	37,295	29,938	24,007	19,348	40,511	33,254	25,885	20,326	35,610	30,719	27,936	21,758
Glúten de milho (corn gluten)	1,300	1,000	1,000	1,000	2,800	1,300	1,300	1,300	9,000	6,000	2,800	2,800
Calcário (limestone)	1,323	1,184	1,081	0,997	1,381	1,240	1,147	1,066	1,493	1,326	1,192	1,112
FBI (dicalcium phosphate)	1,776	1,494	1,284	1,120	1,949	1,625	1,386	1,199	2,148	1,792	1,518	1,318
Óleo vegetal (vegetal oil)	0,800	0,800	0,800	0,800	5,353	3,602	1,798	0,800	7,953	6,724	5,967	4,453
DL-metionina (DL-methionine)	0,095	0,076	0,062	0,050	0,097	0,083	0,066	0,051	0,495	0,060	0,065	0,050
L-Lisina·HCl (L-Lysine·HCl)	0,004	0,050	0,097	0,131	0,002	0,030	0,101	0,153	0,223	0,172	0,112	0,172
Areia lavada (washed sand)	0,180	3,088	5,419	7,249	0,240	0,341	0,340	0,923	0,339	0,239	0,240	0,250
Cl. colina (choline chloride)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Premix vitam. (vitamin mix)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix min. (mineral mix)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Virginiamicina 50%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal (Salt)	0,468	0,402	0,353	0,316	0,505	0,431	0,377	0,337	0,553	0,472	0,409	0,353
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
EM: PB (MEM: PBB)	128	148	168	188	128	148	168	188	128	148	168	188

Composição calculada

Calculated composition

PB, % (CP)	22,656	19,595	17,262	15,426	24,219	20,946	18,452	16,489	25,781	22,297	19,643	17,553
EM, kcal/kg (ME)	2900	2900	2900	2900	3100	3100	3100	3100	3300	3300	3300	3300
Fósforo disponível (available P)	0,448	0,387	0,341	0,305	0,479	0,414	0,365	0,326	0,510	0,441	0,388	0,347
Cálcio	1,063	0,919	0,810	0,724	1,136	0,982	0,866	0,773	1,210	1,046	0,921	0,823
Met + Cis (met plus cys)	0,826	0,719	0,639	0,576	0,878	0,765	0,683	0,616	1,356	0,816	0,722	0,653
Lisina (lysine)	1,216	1,050	0,926	0,826	1,300	1,124	0,990	0,885	1,383	1,196	1,054	0,942
Sódio (sodium)	0,232	0,200	0,176	0,158	0,248	0,214	0,188	0,168	0,263	0,228	0,201	0,179

¹ As relações EM:PB foram estabelecidas de acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994) e ROSTAGNO et al. (2000) (ME:CP ratio were established according to NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1994 and ROSTAGNO et al., 2000).

² Premix vitamínico por kg do produto (Vitamin premix per kg of the product): Vit. A, 15.000.000 UI; Vit. D₃, 1.500.000 UI; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 4,0 g; Vit. B₆, 3,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ácido nicotínico (nicotinic acid), 25 g; Ácido pantotênico (pantothenic acid), 10 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ácido fólico (folic acid), 1,0 g; Bacitracina de zinco (zinc bacitracin), 10 g; Selênio (selenium), 250 mg; Antioxidante BHT (BHT antioxidant), 10 g; e Veículo q.s.p. (q.s.p. excipient), 1.000 g.

³ Premix mineral (mineral premix per kg of the product): Mn, 60 g; Fe, 80 g; Zn, 50 g; Cu, 10 g; Co, 2 g; I, 1 g; e veículo q.s.p. (q.s.p. excipient), 500 g.

tratamentos, para obter-se os modelos lineares simples, considerando os respectivos coeficientes de determinação (R^2), tendo como variável independente a relação EM: PB.

Na ausência de interações significativas, os dados foram apresentados como contrastes dentro de cada fator principal, sendo as médias comparadas pelo teste de Student-Newman Keuls ($P < 0,05$). Foi utilizado o seguinte o modelo estatístico:

$y_{ijk} = \mu + E_i + EM:PB_j + EM:PB_j/E_i + e_{ijk}$
em que: y_{ijk} = efeito do i -ésimo nível de EM e j -ésima relação EM:PB na k -ésima parcela experimental; μ = média geral do experimento; E_i = efeito do i -ésimo nível de EM, sendo $i = 2900, 3100$ e 3300 kcal EM; $E_i: P_j$ = efeito da j -ésima relação EM: PB, sendo $j = 128, 148, 168$ e 188 kcal/%PB; $E_i: P_j/E_i$ = efeito de interação entre as j -ésimas relações EM: PB e os i -ésimos níveis de EM; e_{ijk} = erro experimental na k -ésima parcela, sendo o erro NID ($0, \sigma^2$).

Resultados e Discussão

O ambiente climático, durante o experimento, foi favorável à produção de frangos de corte, conforme as médias diurnas de temperatura de 26°C , e umidade relativa do ar de 79% . Observa-se que a temperatura média não ultrapassou o limite máximo da zona de conforto de frangos de corte, considerada por CAMPOS (1995) e BAETA e SOUZA (1997) de 27°C .

Por outro lado, como os níveis de lisina, metionina+cistina, cálcio, fósforo disponível e sódio foram fixos em relação à concentração de proteína, as exigências mínimas das aves nestes nutrientes, nas relações EM: PB de 168 e 188 dos níveis de energia baixo e médio e de 188 do nível alto de energia, não foram atendidas. Isto permitiu o uso de regressões lineares simples para interpretar as respostas de desempenho e composição anatômica da carcaça.

Em todos os níveis de EM, o consumo de ração reduziu linearmente ($P < 0,01$), nas taxas de $1,86; 5,05;$ e $3,26$ g a cada unidade de aumento na relação EM: PB (ou declínio da PB da ração), nos níveis baixo, médio e alto de energia, respectivamente (Tabelas 2 e 5). Observa-se maior taxa de declínio nas aves alimentadas com 3100 kcal EM, recomendado para a fase de crescimento de frangos de corte (ROSTAGNO et al., 2000). Este resultado sugere que, independente

da densidade calórica, o aumento do nível de proteína da ração tem efeito estimulante do consumo em frangos de corte, em virtude, provavelmente, da necessidade das aves atenderem a deposição máxima de tecido magro na carcaça.

Interações significativas entre a densidade energética e as relações EM: PB foram detectadas para o peso vivo aos 42 dias ($P < 0,05$) e o ganho de peso ($P < 0,07$).

O ganho de peso sofreu reduções lineares nas taxas de $0,007; 0,009;$ e $0,009$ g/ave/dia a cada unidade de aumento na relação EM: PB, nos níveis de energia baixo, médio e alto, respectivamente (Tabelas 2 e 5 e Figura 1).

Este resultado é diferente daquele obtido por GRIFFITHS et al. (1977), que não detectaram efeito das relações EM: PB de $138,7; 159,5;$ e $187,6$ sobre o ganho de peso de frangos de corte de 28 a 56 dias de idade, entretanto concorda com aqueles de LEESON et al. (1996), que observaram declínios no ganho de peso.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os ganhos de peso nos níveis médio e alto de EM dentro das relações EM: PB de 128 e 148, mas na relação de 168 o nível mais alto de energia proporcionou o maior ganho de peso ($P < 0,05$) e os níveis médio e baixo de energia não diferiram entre si. No entanto, não houve diferença significativa entre os

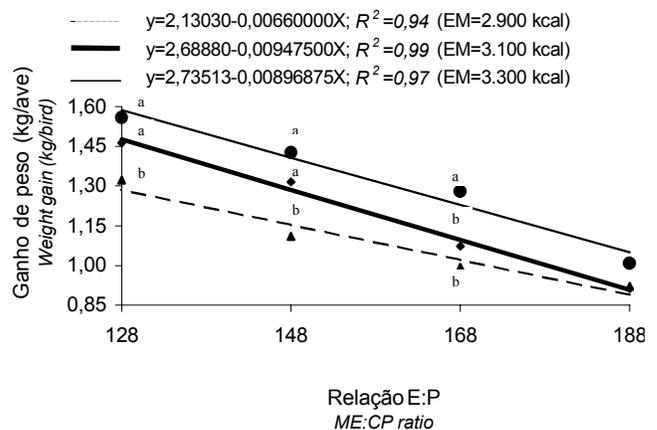


Figura 1 - Ganho de peso em função da relação EM: PB e energia da ração.

a,b,c Letras distintas indicam diferenças entre médias de energia em cada relação EM: PB pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Figure 1 - Weight gain in function of increasing ME: CP ratio and energy of diet.

a,b,c Different letters indicate differences between means of energy in each ME: CP ratio by SNK test ($P < 0,05$).

ganhos de peso proporcionados pelos níveis de EM na relação de 188. Portanto, o nível de 3100 kcal de EM e relação EM: PB de 148 (20,95%PB) parece suficiente para permitir o ótimo crescimento de frangos de corte.

A relação EM:PB de 148 é inferior àquela recomendada pelo NRC (1994) e ROSTAGNO et al. (2000) de 160 (19,37%PB e 3100 kcal EM). Esta discrepância deve ser explicada pelas diferenças existentes entre sexo. No presente estudo, usaram-se apenas frangos machos, enquanto que as recomendações dessas tabelas convencionais são para lotes mistos (machos e fêmeas), que devem apresentar, em média, menores exigências nutricionais.

A conversão alimentar não foi afetada pela interação ($P>0,10$), mas sim pelos efeitos principais da relação EM:PB e do nível de energia ($P<0,05$). As melhores conversões foram obtidas com a ração contendo o nível alto de energia e a menor relação EM: PB (Tabela 2).

BARTOV e PLAVNIK (1998) também observaram melhor conversão alimentar em frangos de corte, quando a ração apresentou relação EM: PB de 130 (mais proteína), em comparação à de 140 (menos proteína). Os resultados do presente trabalho também corroboram a afirmação de PRAK (1999) de que as linhagens atuais de frangos de corte exigem menores relações EM: PB, para atingir máximo ganho e melhor conversão alimentar, em comparação às normalmente usadas na prática.

Forte correlação negativa foi obtida entre o consumo de proteína ($r = -0,935$; $P<0,0001$) e a relação EM:PB, que diminuiu linearmente em todos os níveis de energia, à medida que a relação EM:PB aumentou (Tabelas 2 e 5). Este resultado confirma aquele obtido por GRIFFITHS et al. (1977).

À semelhança do observado para o consumo de ração, as maiores taxas de declínio nos consumos de proteína (-4,2 g) e energia (-15,7 kcal) foram consta-

Tabela 2 - Efeito da energia e relação EM: PB sobre consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso médio (GP), conversão alimentar (CA), consumo de proteína (CP) e consumo de EM (CE) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Table 2 - Effects of energy and EM:CP ratio on feed intake (FI), live weight (LW), average weight gain (WG), feed:gain ratio (F/G), crude protein intake (PI) and ME intake (EI) of male broiler chicks from 22 to 42 days of age

EM ME	EM:PB EM:CP	CR (g) FI	PV (g) LW	GP (g) WG	CA (kg/kg) FC	CP (g) PI	CE (kcal) EI
2900	128	2558	1824	1323	1,94	579,46	7.417,15
	148	2406	1611	1111	2,17	471,48	6.977,76
	168	2358	1494	0993	2,38	406,98	6.837,15
	188	2450	1430	0922	2,66	377,92	7.104,60
3100	128	2627	1963	1464	1,79	636,32	8.144,82
	148	2521	1821	1316	1,92	527,98	7.814,08
	168	2390	1576	1074	2,23	441,00	7.408,92
	188	2334	1414	0913	2,57	384,86	7.235,49
3300	128	2437	2060	1558	1,56	628,35	8.042,92
	148	2502	1927	1426	1,76	557,80	8.255,50
	168	2444	1780	1280	1,91	480,05	8.064,83
	188	2239	1511	1008	2,22	393,09	7.390,11
EM	2900	2443	1590	1088	2,29 ^A	458,96	7.084,17
	3100	2468	1690	1192	2,13 ^B	497,54	7.650,83
	3300	2405	1820	1318	1,86 ^C	514,82	7.938,34
EM:PB	128	2541	1949	1448	1,76 ^d	614,71	7.868,30
	148	2476	1786	1284	1,95 ^c	519,08	7.682,44
	168	2397	1616	1116	2,17 ^b	444,27	7.436,97
	188	2341	1452	0948	2,48 ^a	385,29	7.243,40
ANOVA	EM	0,16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	EM:PB	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	EM X EM:PB	0,01	0,05	0,07	ns	0,01	0,01
	CV(%)	3,74	4,70	6,80	5,07	3,70	3,70

a,b,c,d Letras minúsculas comparam médias das relações EM:PB pelo teste Student-Newmann Keuls ($P<0,05$) (Means of EM:CP ratios followed by the same small letters do not differ by SNK test [$P>0,05$]).

A,B,C,D Letras maiúsculas comparam médias na EM na coluna pelo teste Student-Newmann Keuls ($P<0,05$) (Means of ME followed by the same capital letters do not differ by SNK test [$P<0,05$]).

tadas no nível médio de energia da ração, com o aumento da relação EM: PB.

Com a aplicação da lei do retorno decrescente, a redução da relação EM: PB de 188 para 168; 168 para 148 e 148 para 128, alterou o ganho de peso de, respectivamente, 0,071 para 0,118 e 0,212 kg no nível 2900 kcal; de 0,161 para 0,242 e 0,148 kg no nível de 3100 kcal; e de 0,272 para 0,148 e 0,132 kg no nível de 3300 kcal. Os maiores ganhos de peso foram obtidos com as rações contendo 2900 kcal de EM e 22,66% de PB (EM:PB de 128), 3100 kcal de EM e 20,95% de PB (EM:PB de 148) e 3300 kcal e 19,64% de PB (EM:PB de 168).

Observa-se que, ao se aumentar o nível de energia da ração, a exigência de proteína de frangos de corte tende a diminuir.

Os resultados da Tabela 2 também sugerem que rações contendo 20,95% de PB e EM de 3100 kcal parecem adequadas para promover o ótimo ganho de peso no período de 22 a 42 dias de idade de frangos de corte.

Os resultados do presente trabalho concordam com a opinião de FANCHER e JENSEN (1989) de que a redução da relação EM: PB, com o aumento da proteína na fase de 22 a 42 dias, permite melhor ganho de peso das aves.

As anormalidades de pernas e a mortalidade (dados não apresentados) não foram afetadas pelos tratamentos. Segundo LUCHESI (2000), após o surgimento das linhagens de conformação, o aumento do nível energético da ração não tem implicado em elevação da mortalidade.

Foi detectada interação significativa para o peso da carcaça ($P < 0,09$), que declinou nas taxas de 3,9; 6,8; e 6,8 g/ave por unidade de aumento da relação EM: PB, dentro dos respectivos níveis baixo, médio e alto de energia da ração (Tabela 3).

Por outro lado, o rendimento de carcaça não sofreu interação ($P > 0,10$). Ao contrário, BARTOV e PLAVNIK (1998) observaram melhor rendimento de carcaça em frangos alimentados com ração contendo relação EM:PB de 140 *versus* 160.

O peso e o rendimento de peito+osso+pele não sofreram efeitos de interação entre a relação EM:PB e o nível de EM da ração ($P > 0,10$). Entretanto, interação significativa ($P < 0,09$) foi constatada para o peso da carne de peito, que reduziu nas taxas de 1,1; 1,6; e 1,8 g/ave (Tabelas 3 e 5; Figura 2), à medida que a relação EM:PB foi elevada em uma unidade.

Estas taxas permitiram visualizar queda no peso da carne de peito em 66, 96 e 108 g, com o aumento

da relação EM: PB de 128 para 188 no período estudado, respectivamente, nos níveis baixo, médio e alto de energia da ração, ou seja, com a redução da proteína (Tabela 1).

Na Figura 2, observa-se que o peso da carne de peito foi similar entre as aves alimentadas com os níveis médio e alto de EM dentro das relações 128 e 148, sendo que o nível alto de EM, dentro da relação EM: PB de 168, proporcionou melhor peso da carne de peito, enquanto o nível médio não diferiu do nível baixo de energia. Não houve diferenças entre os níveis de energia dentro da relação de 188. Este resultado mostra que o desenvolvimento dos músculos de peito pode ser melhorado pela redução da relação EM: PB, ou aumento da concentração de proteína, em rações com alta densidade energética e, ao contrário, nenhum efeito deve ser produzido, quando a relação EM: PB for elevada em dietas de alta energia.

O peso, mas não o rendimento, de pernas (coxas+sobrecoxas) sofreu interação significativa da relação EM: PB e do nível de EM da ração ($P < 0,07$), caindo 1,01; 1,96; e 1,90 para cada unidade de aumento na relação EM: PB, nas densidades baixa, média e alta de energia da ração, respectivamente (Tabelas 4 e 5 e Figura 3).

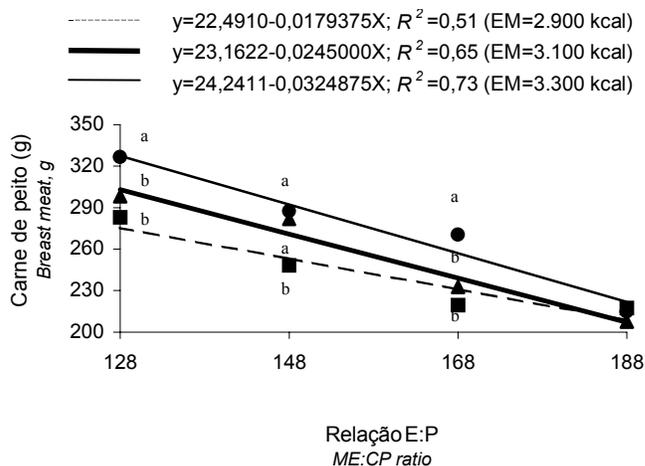


Figura 2 - Peso da carne de peito, em função do aumento da relação EM: PB e energia da ração.

a,b,c Letras distintas indicam diferenças entre médias de energia em cada relação EM: PB pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Figure 2 - Breast meat weight in function of increasing ME: CP ratio and energy of ration.

a,b,c Different letters indicate differences between means of energy in each ME: CP ratio by SNK test ($P < .05$).

Tabela 3 - Efeitos da energia e relação EM: PB sobre o peso (PC) e rendimento de carcaça (RC), peso (PE) e rendimento de peito+osso+pele (%PE), peso (CP) e rendimento de carne de peito (%CP) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Table 3 - Effects of energy and ME:CP ratio on carcass weight (CW), carcass yield (CY), breast plus bone and skin weight (BW), breast plus bone and skin yield (BY), breast meat weight (BMW), breast meat yield (BMY) of broiler male chicks from 22 to 42 days of age

EM, kcal/kg ME	EM: PB EM:CP	PC (g) CW	% RC CY	PE (g) BBW	% PE BBY	CP (g) BMW	% CP BMY
2900	128	1385	75,95	382,19	27,41	283,12	20,30
	148	1240	76,95	328,44	26,50	248,12	20,00
	168	1167	78,08	302,81	25,94	219,69	18,82
	188	1148	80,24	293,12	25,50	217,50	19,50
3100	128	1517	77,29	411,56	27,68	298,12	19,64
	148	1397	76,71	382,19	27,46	281,56	20,22
	168	1222	77,55	316,25	25,76	232,81	18,84
	188	1123	79,45	288,75	25,69	207,50	18,47
3300	128	1624	78,82	435,62	26,83	326,56	20,11
	148	1504	78,04	393,44	26,10	287,19	19,04
	168	1396	78,84	370,31	26,59	270,62	19,50
	188	1207	79,85	304,06	25,20	214,69	17,79
EM (ME)	2900	1235	77,66	326,64 ^C	26,34	242,11	19,67
	3100	1315	77,80	349,69 ^B	26,65	255,00	19,29
	3300	1433	78,71	375,86 ^A	26,18	274,76	19,11
EM: PB (EM: PB)	128	1509	77,41	409,79 ^a	27,31 ^a	302,60	20,02 ^a
	148	1380	77,77	329,79 ^b	26,69 ^{ab}	272,29	19,75 ^{ab}
	168	1262	78,08	368,02 ^c	26,10 ^{bc}	241,04	19,05 ^{bc}
	188	1159	79,83	295,31 ^d	25,46 ^c	213,23	18,59 ^c
ANOVA	EM	0,01	ns	0,01	0,37	0,01	0,23
	EM: PB	0,01	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01
	EM X EM: PB	0,09	ns	0,13	ns	0,09	0,12
	CV (%)	5,55	1,43	7,38	4,22	7,72	4,48

a,b,c,d Letras minúsculas comparam médias das relações EM: PB pelo teste Student-Newmann Keuls ($P < 0,05$) (Means of EM:PB ratios followed by the same small letters do not differ by SNK test [$P > 0,05$]).

A,B,C,D Letras maiúsculas comparam médias na EM na coluna pelo teste Student-Newmann Keuls ($P < 0,05$) (Means of ME followed by the same capital letters do not differ by SNK test [$P < 0,05$]).

Na Figura 3, o peso de pernas foi similar para os níveis médio e alto de energia e relações EM: PB de 128 e 148, com melhor resultado para o nível alto de energia na relação 168. O nível baixo de energia novamente resultou em pior peso de pernas nas relações de 128 e 148, mas não diferiu do nível médio de energia na relação 168, nem dos demais níveis de energia na relação 188.

A maior taxa de perda de peso de pernas foi constatada para o nível médio de energia, que resultou em declínio de 117,6 g, à medida que a relação EM: PB passou de 128 para 188.

O peso da gordura abdominal não sofreu efeito de interação, mas a porcentagem de gordura abdominal cresceu linearmente ($P < 0,01$) nas taxas de 0,01; 0,02; e 0,02% por unidade de aumento da relação EM: PB, nos respectivos níveis baixo, médio e alto de EM da ração (Tabelas 4 e 5 e Figura 4).

Como os custos energéticos da deposição de proteína e síntese de ácido úrico foram reduzidos, à medida que a relação EM: PB da ração passou de 128 para 188, mais energia ficou disponível, na forma de carboidrato e gordura, provavelmente, para a deposição de gordura na carcaça.

Evidentemente, existe um custo energético importante, durante a deposição de proteína, de cerca de 4 mol de ATP por cada ligação peptídica e, durante a excreção de um átomo de N dos aminoácidos como ácido úrico, de 6 mol de ATP/g. átomo de N (maioria dos aminoácidos que contêm um átomo de N), podendo chegar até 18 mol de ATP nos aminoácidos que contêm três átomos de N, como a histidina (MAPES e KREBS, 1978; SCHULTZ, 1978; MACLEOD, 1997; e KLASING, 1998).

Ao contrário, quanto menor a relação EM: PB, mais proteína (aminoácidos) foi depositada e o exce-

Tabela 4 - Efeito da energia e relação EM:PB no peso (PP) e rendimento de pernas (RP), peso (PGA) e rendimento de gordura abdominal (%GA) e relação da eficiência protéica (PER) de frangos machos de 22 a 42 dias de idade

Table 4 - Effects of ME and EM:PB ratio on thighs plus drumsticks weight (TDW), thighs plus drumsticks yield (TDY), and abdominal fat weight (AFW) and yield (%AF) and protein efficiency ratio (PER) of broiler male chicks from 22 to 42 days of age

EM, kcal/kg ME	EM: PB EM:CP	PP (g) TDW	% RP TDY	PGA (g) AFW	% GA AFY	PER PER
2900	128	355,31	25,70	15,94	1,15	2,28
	148	310,31	24,98	24,06	1,95	2,36
	168	298,75	25,60	22,81	1,95	2,44
	188	291,88	25,43	24,69	2,14	2,44
3100	128	397,81	26,23	22,81	1,50	2,30
	148	360,94	25,92	23,75	1,70	2,49
	168	310,94	25,60	26,25	2,06	2,44
	188	283,75	25,24	30,31	2,87	2,37
3300	128	419,38	25,83	24,06	1,48	2,48
	148	385,00	25,59	26,88	1,79	2,56
	168	352,81	25,40	35,00	2,50	2,67
	188	303,12	25,13	35,62	2,95	2,56
EM (ME)	2900	314,06 ^C	25,43	21,88 ^C	1,80	2,38 ^B
	3100	338,36 ^B	25,75	25,78 ^B	2,03	2,40 ^B
	3300	365,08 ^A	25,43	30,39 ^A	2,18	2,56 ^A
EM: PB (EM: PB)	128	390,83 ^a	25,92 ^a	20,94 ^a	1,38	2,36 ^b
	148	352,08 ^b	25,50 ^{ab}	24,90 ^{ab}	1,81	2,47 ^{ab}
	168	320,83 ^c	25,53 ^{ab}	28,02 ^{bc}	2,17	2,51 ^a
	188	292,92 ^d	25,27 ^b	30,21 ^c	2,66	2,46 ^{ab}
ANOVA	EM	0,01	0,35	0,01	0,01	0,01
	EM:PB	0,01	0,06	0,01	0,01	0,02
	EM X EM:PB	0,07	0,35	0,43	0,05	0,40
	CV (%)	6,14	2,15	18,64	15,70	4,57

a, b, c, d Letras minúsculas comparam médias das relações EM:PB pelo teste Student-Newmann Keuls ($P < 0,05$) (Means of EM: PB ratios followed by the same small letters do not differ by SNK test [$P > 0,05$]).

A, B, C, D Letras maiúsculas comparam médias na EM na coluna pelo teste Student-Newmann Keuls ($P < 0,05$) (Means of ME followed by the same capital letters do not differ by SNK test [$P < 0,05$]).

dente na corrente sanguínea ficou disponível, provavelmente, para a síntese de ácido úrico, e o “pool” molar resultante foi utilizado como fonte de energia.

A redução da gordura abdominal, associada ao declínio da relação EM: PB, foi causada, provavelmente, pelo alto custo energético de deposição de proteína. Segundo MACLEOD (1997), a produção de calor está intimamente correlacionada com a taxa de deposição de proteína corporal, e a contribuição da excreção de N para a produção de calor deve ser pequena e contrabalançada pelo reduzido custo de deposição de proteína.

A síntese de ácido úrico apresenta relação custo:benefício positiva em rendimento de ATP (32: 68); portanto, o custo de síntese de ácido úrico é superado pela energia resultante da oxidação dos aminoácidos. Esta contribuição extra em ATP da oxidação dos aminoácidos poupa gorduras e carboidratos e, presumidamente, produz menos calor que o resultante da oxidação destes (MACLEOD, 1997).

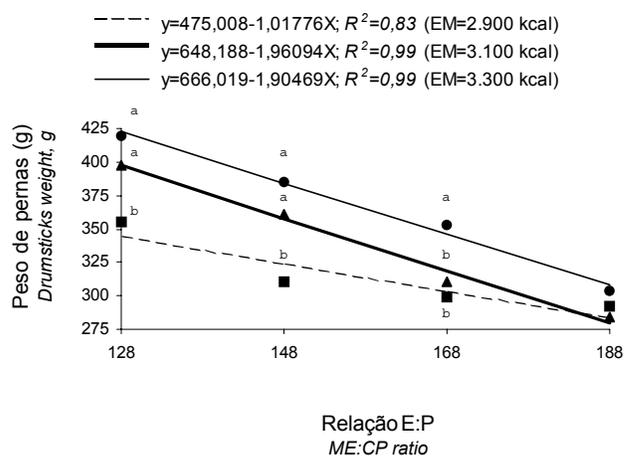


Figura 3 - Peso de pernas, em função do aumento da relação EM: PB e da energia da ração.

a, b, c Letras distintas indicam diferenças entre médias de energia em cada relação EM: PB pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Figure 3 - Drumsticks weight in function of increasing ME: CP ratio and energy of ration.

a, b, c Different letters indicate differences between means of energy in each ME: CP ratio by SNK test ($P < 0,05$).

Tabela 5 - Regressões lineares das variáveis dependentes (y) em função da relação EM: PB (X), como variável independente, coeficiente de determinação (R²) e nível de significânciaTable 5 - Linear regressions as dependent variable (y) in function of EM: PB ratio (X) as independent variable, coefficient of determination (R²) and significance level

Variável Variable	EM (ME), kcal	Equação Equation	R ²	P<
Consumo de ração (kg/ave) Feed intake (kg/bird)	2900	$y = 2,73692 - 0,00186175X$	0,32	0,08
	3100	$y = 3,26669 - 0,00505500X$	0,98	0,01
	3300	$y = 2,92032 - 0,00325875X$	0,54	0,01
Peso vivo (kg/ave) Live weight (kg/bird)	2900	$y = 2,61597 - 0,00649925X$	0,94	0,01
	3100	$y = 3,18701 - 0,00945375X$	0,99	0,01
	3300	$y = 3,23677 - 0,00871693X$	0,97	0,01
Ganho de peso (g/ave/d) Weight gain (g/bird/day)	2900	$y = 2,13030 - 0,00660000X$	0,94	0,01
	3100	$y = 2,68880 - 0,00947500X$	0,99	0,01
	3300	$y = 2,73513 - 0,00896875X$	0,97	0,01
Consumo de PB (g/ave/d) CP intake (g/bird/day)	2900	$y = 987,573 - 3,34567X$	0,93	0,01
	3100	$y = 1.162,220 - 4,20685X$	0,98	0,01
	3300	$y = 1.133,810 - 3,91763X$	1,00	0,01
Consumo de EM (kcal/ave/d) ME intake (kcal/bird/day)	2900	$y = 7.936,00 - 5,39135X$	0,32	0,09
	3100	$y = 10.126,0 - 15,6658X$	0,98	0,01
	3300	$y = 9.636,14 - 10,7456X$	0,54	0,01
Peso da carcaça (g/ave) Carcass weight (g/bird)	2900	$y = 1.856,15 - 3,93281X$	0,86	0,01
	3100	$y = 2.386,11 - 6,77969X$	0,99	0,01
	3300	$y = 2.506,24 - 6,79531X$	0,98	0,01
Peso da carne de peito (g) Breast meat weight (g)	2900	$y = 416,856 - 1,10795X$	0,88	0,01
	3100	$y = 508,294 - 1,60313X$	0,98	0,01
	3300	$y = 552,994 - 1,76094X$	0,96	0,01
Peso de pernas (g) Drumstick weight (g)	2900	$y = 475,008 - 1,01776X$	0,83	0,01
	3100	$y = 648,188 - 1,96094X$	0,99	0,01
	3300	$y = 666,019 - 1,90469X$	0,99	0,01
Gordura abdominal (%) Abdominal fat (%)	2900	$y = -0,55150 + 0,0148750X$	0,76	0,01
	3100	$y = -1,51460 + 0,0224500X$	0,91	0,01
	3300	$y = -1,85430 + 0,0255375X$	0,98	0,01

Os resultados do presente estudo concordam com aqueles de FANCHER e JENSEN (1989), que trabalharam com fêmeas de 22 a 42 dias de idade, LEESON e SUMMERS (1997) e BARTOV e PLAVNIK (1998) e, também, com os dados de NASCIMENTO et al. (1998), que observaram aumento da gordura abdominal em frangos na fase de inicial, quando a relação EM: PB da ração passou de 125 para 137 e 152.

O último resultado não confirma totalmente a hipótese de que rações com mesma relação EM: PB produzem similar grau de obesidade na carcaça de frangos (BARTOV et al., 1974; COON et al., 1981; ALAO e BALNAVE, 1985; e BARTOV e PLAVNIK, 1998).

A relação da eficiência protéica (PER) melhorou com os aumentos do nível de EM da ração e da relação EM: PB. Este resultado corrobora opinião de MORRIS et al. (1999) de que, quanto menor a relação EM: PB, conseqüentemente, maior o consumo de proteína e menor a sua eficiência de utilização.

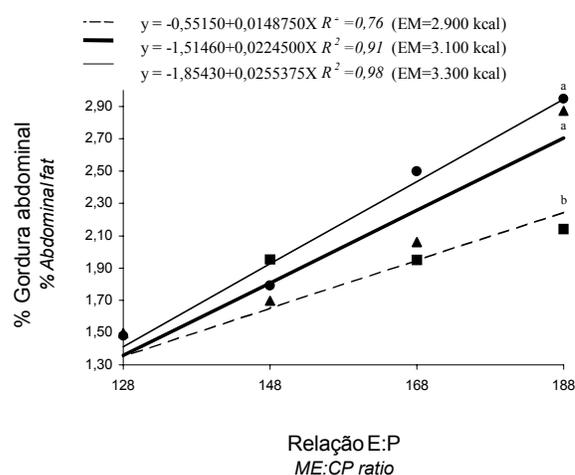


Figura 4 - Porcentagem de gordura abdominal, em função do aumento da relação EM:PB e da energia da ração. a,b,c Letras distintas indicam diferenças entre médias de energia em cada relação EM:PB pelo teste SNK (P<0,05).

Figure 4 - Abdominal fat percentage in function of increasing ME:CP ratio and energy of ration. a,b,c Different letters indicate differences between means of energy in each ME:CP ratio by SNK test (P<.05).

Conclusões

Rações com relação EM: PB de 148 (20,95% de PB) e nível de energia metabolizável de 3 100 kcal são adequadas para ótimo crescimento de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Em virtude do aumento do custo da ração, a redução da relação EM: PB em rações práticas deve ser avaliada para otimizar o modelo de produção em que a qualidade da carcaça também deve ser considerada.

Referências Bibliográficas

- ALAO, S.J., BALNAVE, D. 1985. Nutritional significance of different fat sources for growing broilers. *Poult. Sci.*, 64:1602-1604.
- ALBINO, L.F.T., NASCIMENTO, A.H.N., VALERIO, S.R. Níveis de energia da dieta e da temperatura ambiente sobre a composição da carcaça em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DA APINCO 2000, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP: FACTA. 2000. p.61-79.
- BAETA, F.C., SOUZA, C.F. 1997. *Ambiência em edificações*. Viçosa, MG: UFV. 246p.
- BARTOV, I., BORNSTEIN, S., LIPSTEIN, B. 1974. Effect of calorie to protein ratio on the degree of fatness in broilers fed on practical diets. *Br. Poult. Sci.*, 15:107-117.
- BARTOV, I., PLAVNIK, I. 1998. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 77:680-688.
- BUYSE, J., MICHELS, H., VLOEBERGHS, J. et al. 1998. Energy and protein metabolism between 3 to 6 weeks of age of male broiler chickens selected for growth rate or for improved food efficiency. *Br. Poult. Sci.*, 39:264-272.
- CAMPOS, E.J. Programa de alimentação e nutrição para as aves de acordo com o clima. Reprodutoras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP: FACTA, 1995. p.251-257.
- COON, C.N., BECKER, W.A., SPENCER, J.V. 1981. The effect of feeding high energy diets containing supplemental fat on broiler weight gain, feed efficiency, and carcass composition. *Poult. Sci.*, 60:1264-1271.
- EMMANS, G.C. 1987. Growth, body composition and feed intake. *World's Poult. Sci. J.*, 43:208-227.
- EMMANS, G.C. 1995. Problems in modeling the growth of poultry. *World's Poult. Sci. J.*, 51:77-89.
- FANCHER, B.I., JENSEN, L.S. 1989. Influence on performance of three to six-week-old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acid requirements. *Poult. Sci.*, 68:113-123.
- FRAPS, G.S. 1943. Relation of the protein, fat, and energy of the ration to the composition of chickens. *Poult. Sci.*, 22:421-424.
- GRIFFITHS, L., LEESON, S., SUMMERS, J.D. 1977. Fat deposition in broilers: effect of dietary energy to protein balance, and early life caloric restriction on productive performance and abdominal fat pad size. *Poult. Sci.*, 56:638-646.
- KLASING, K.C. 1998. Amino acid. In: KLASING, K.C. (Ed.) *Comparative avian nutrition*. Wallingford, UK: CAB International. Cap.6. p.133-170.
- LEENSTRA, F.R. 1986. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens- A review. *World's Poult. Sci. J.*, 42:12-25.
- LEESON, S., CASTON, L., SUMMERS, J.D. 1996. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. *Poult. Sci.*, 75:522-528.
- LEESON, S., SUMMERS, J.D. *Commercial poultry nutrition*. 2.ed., Guelph, Ontario, Can.: Univ. Books. 1997. 350p.
- LIN, C.Y. 1980. Genetic and environmental aspects of obesity in broilers. *World's Poult. Sci. J.*, 36:103-111.
- LIN, C.Y. 1981. Relationship between increased body weight and fat deposition in broilers. *World's Poult. Sci. J.*, 37:106-110.
- LUCHESI, J.B. Nutrição de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000. Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP: Facta, 2000. p.111-133.
- MACLEOD, M.G. 1997. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 38:405-411.
- MAPES, J.P., KREBS, H.A. 1978. Rate-limiting factors in urate synthesis and gluconeogenesis in avian liver. *Biochemistry J.*, 172:193-203.
- MORRIS, T.R., GOUS, R.M., FISHER, C. 1999. An analysis of the hypothesis that amino acid requirements for chicks should be stated as a proportion of dietary protein. *World's Poult. Sci. J.*, 55:7-22.
- NASCIMENTO, A.H., ALBINO, L.F.T., POZZA, P.C. et al. Energia e relação energia: proteína na fase inicial de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA APINCO, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP: Facta, 1998. p.15.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. 155p.
- PESTI, G.M. Proteína (aminoácidos) para frangos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, SP. *Anais...* Campinas, SP: Facta, 1999. p.97-107.
- PRAK, R. 1999. Chickens need more protein. *World Poult.*, 15:17.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. 2000. *Tabelas brasileiras para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais)*. Viçosa, MG: UFV. 141p.
- SMITH, E.R., PESTI, G.M., BAKALLI, R.I., et al. 1998. Further studies on the influence of genotype and dietary protein on the performance of broilers. *Poult. Sci.*, 77:1678-1687.
- SCHULTZ, A.R. 1978. Simulation of energy metabolism in the simple-stomached animal. *Br. J. Nut.*, 39:235-254.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1982. *SAEG (Sistema de análises estatísticas e genéticas)* Viçosa, MG: UFV. 86p.

Recebido em: 04/03/01

Aceito em: 27/08/01