

Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente

Karina Ferreira Duarte^{1*}, Otto Mack Junqueira¹, Rosemeire da Silva Filardi², Antonio Carlos de Laurentiz¹, Hrasilva Borba Alves de Souza³ e Trícia Maria Ferreira de Souza Oliveira¹

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência: E-mail: karinafduarte@yahoo.com.br

RESUMO. O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e carne de frangos de corte entre 42 e 57 dias de idade. Foram utilizados 1.600 pintos machos “Cobb”, em um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x4, sendo dois níveis de energia (3.200 e 3.600 kcal EM kg⁻¹) e quatro programas de alimentação (recomendações de aminoácidos). Foram avaliados as características de carcaça (rendimento de carcaça, de peito e de coxas + sobrecoxas) e carne (cor, pH, perdas por cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água e análise sensorial) e os dados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e conversão calórica). Os níveis energéticos ou os diferentes programas de alimentação não determinaram diferenças expressivas na qualidade da carcaça ou de carne que justifiquem a escolha de um nível de energia ou de um programa alimentar, devendo prevalecer o nível energético e as recomendações de aminoácidos que determinem o maior custo-benefício. Observou-se que o nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹ proporcionou melhoria no desempenho das aves, enquanto que o fracionamento das exigências de aminoácidos digestíveis em dois períodos determinou piores resultados.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, análise sensorial, energia metabolizável, frangos de corte, qualidade de carne.

ABSTRACT. Effect of metabolizable energy levels and feeding programs on carcass quality and performance in broilers slaughtered lately. This experiment was conducted to evaluate the use of different energy levels and amino acid recommendations on carcass and meat quality of broilers from 42 to 57 days of age. It was used 1,600 one-day old male broilers (Cobb) in a completely randomized design arranged in a factorial scheme 2x4 with 3,200 and 3,600 kcal ME kg⁻¹ and four different feed programs. The experimental period was from 42 to 57 days of age. From 1 to 41 days of age all birds received the same diets based on corn and soybean meal. Data from carcass yield (output carcass, relation weight breast and thigh and overthigh with the carcass weight) and muscle quality (color, pH, cooking weight loss, shearing force, water holding capacity and sensorial analysis) and data from performance (weight gain, feed intake, feed:gain ratio and energy conversion) were evaluated. The energy levels and different feed programs did not determine differences on carcass meat quality to justify the choice of amino acid levels and need to consider the energy levels and amino acid recommendations to determine the best cost-benefit. It was observed that 3,600 kcal ME kg⁻¹ resulted in some improvement on performance, and the partition of digestible amino acid requirements during two periods resulted in worst performance.

Key words: digestible amino acids, sensory analysis, metabolizable energy, broilers, meat quality.

Introdução

Devido à crescente demanda pelos produtos avícolas no mercado interno e no mercado externo, com a tendência de substituição do frango inteiro

por partes congeladas com a grande demanda por cortes especiais desossados, e a procura por alimentos de origem animal, ricos em proteínas e pobres em colesterol, tem-se procurado melhorar a qualidade da carcaça de frangos de corte, reduzindo-

se a porcentagem de gordura sem alterar o rendimento de carne magra (Macari *et al.*, 2004). Com o surgimento de linhagens de frangos de corte de alto crescimento, tem-se dado mais ênfase ao rendimento de cortes de maior valor comercial, sendo que esses cortes podem ser grandemente influenciados pela dieta e pelos programas alimentares (Macari *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2005).

Durante muito tempo, prevaleceu a idéia de que a ave procura alimento para satisfazer suas exigências em energia. No entanto, muitos trabalhos têm demonstrado que o controle do consumo de alimento, com base na necessidade energética, é um mecanismo sobreposto por outros, como, por exemplo, o determinado por aminoácidos, triglicérides, vitaminas e minerais (Gonzales, 2002). Quando a ave ingere energia acima de suas necessidades metabólicas, ocorre deposição de gordura na carcaça, sendo que uma grande proporção dessa gordura ocorre na área abdominal, e essa deposição pode ser resultado da alta relação energia-proteína da dieta, desbalanço de aminoácidos ou de uma ação específica de gorduras da alimentação sobre a composição da carcaça (Laganá *et al.*, 2005).

O nível energético da dieta modula a eficiência alimentar, particularmente através de duas formas. Primeiramente, com o aumento da energia da dieta, as necessidades energéticas das aves são atendidas com menor consumo alimentar e segundo, a taxa de crescimento é melhorada com altos níveis de energia, melhorando a utilização da proteína bruta da dieta (Hill e Dansky, 1954; Waldroup, 1981).

O desequilíbrio de componentes dietéticos, particularmente aminoácidos, limita o crescimento de tecido magro e direciona calorias para os adipócitos. O fato de que as exigências têm sido em grande parte determinadas em função do ganho de peso e da conversão alimentar, de certa forma leva a uma dieta menos adequada para a maximização do crescimento de tecido magro. A forma pela qual o aumento nos níveis de aminoácidos limitantes (disponíveis) reduz a gordura nas carcaças de frango de corte é indireta, ou seja, resultado do maior direcionamento das calorias para deposição de tecido magro. Porém, dentro do mesmo nível protéico, a suplementação de aminoácidos aumenta o conteúdo de proteína e reduz o teor de gordura do peito de frangos de corte (Leeson, 1995). Fraps (1943) verificou que quando era fornecida às aves uma ração contendo alto nível de energia e baixo nível protéico se obtinha uma carcaça mais gorda e que o aumento no peso final era devido exclusivamente a este fator.

Acar *et al.* (1991) encontraram diminuição da

gordura abdominal e aumento de rendimento de peito e coxas, com aumento dos níveis de lisina da dieta. Segundo Moran Jr. (1994), uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, além de estimular o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura abdominal. Alguns autores têm evidenciado que níveis altos de metionina reduzem a quantidade de gordura abdominal (Schutte e Pack, 1995) e o rendimento de carne de peito (Silva *et al.*, 1996).

Com relação à possíveis alterações na composição da carcaça frente aos níveis de nutrientes, Summers *et al.* (1988) concluíram que a proteína da carcaça pode aumentar e a gordura diminuir de uma forma linear com o aumento do nível de proteína, ocorrendo o inverso quando se diminui o nível deste nutriente.

Outro aspecto importante, além de uma carcaça com menor teor de gordura, é a qualidade da carne, avaliada por critérios objetivos como pH, capacidade de retenção de água, maciez, cor da pele e cor da carne. Para a avaliação das características organolépticas são realizados testes subjetivos, como o uso de painéis de degustadores ou análise sensorial. A maior parte dos fatores que influencia a qualidade da carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção (Beraquet, 1999). Algumas, porém, são afetadas tanto durante a criação da ave, no abate ou após ele (Mendes *et al.*, 2001).

Segundo o IFT (Institute of Food Science and Technology) a análise sensorial é uma técnica usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, como elas são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar os efeitos de diferentes níveis de energia e programas de alimentação sobre qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte entre 42 e 57 dias de idade.

Material e métodos

Inicialmente 1.600 pintos machos de um dia de idade da linhagem “Cobb” foram alojados em um galpão convencional de alvenaria, em cama de maravalha de aproximadamente 5 cm de altura. Nos períodos de 1 a 21 dias e de 22 a 41 dias de idade, todas as aves receberam as mesmas rações, formuladas para atendimento das exigências nutricionais de acordo com Rostagno *et al.* (2000). Ao final do 41º dia de idade, todas as parcelas foram pesadas para se assegurar um peso médio semelhante

entre as mesmas no início do experimento, que foi aos 42 dias de idade.

Aos 42 dias de idade 1.600 frangos de corte machos foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial (2 X 4), perfazendo 8 tratamentos com 5 repetições de 40 aves cada. Os fatores analisados foram 2 níveis de energia metabolizável (3.200 e 3.600 kcal EM kg⁻¹) (NE) e 4 programas de alimentação (PA), compreendendo 4 recomendações de aminoácidos digestíveis, as quais variaram de acordo com a fonte de recomendação (Rostagno *et al.*, 2000 e Pope e Emmert, 2001) e a fase de criação das aves (42 a 57 dias; 42 a 49 dias e 50 a 57 dias de idade), como apresentado no esquema abaixo: Programa Alimentar 1 (PA1): ração formulada segundo as recomendações de Rostagno *et al.* (2000), para lisina, metionina+cistina e treonina digestíveis, no período de 42 a 57 dias de idade; Programa Alimentar 2 (PA2): ração formulada para conter lisina, metionina+cistina e treonina digestíveis segundo a equação predita por Pope e Emmert (2001) no período de 42 a 57 dias de idade; Programa Alimentar 3 (PA3): no período de 42 a 49 dias de idade foi utilizada ração formulada para conter lisina, metionina+cistina e treonina digestíveis segundo a equação predita por Pope e Emmert (2001), e no período de 50 a 57 dias de idade foi utilizada a mesma ração do PA4; Programa Alimentar 4 (PA4): no período de 42 a 49 dias de idade foi utilizada a mesma ração do PA1, e no período de 50 a 57 dias de idade foi utilizada ração formulada para conter lisina, metionina+cistina e treonina digestíveis segundo a equação predita por Pope e Emmert (2001).

As equações de regressão de Pope e Emmert (2001), elaboradas para refletir as exigências de frangos machos dentro de cada fase de alimentação, foram:

$$\text{Metionina + Cistina digestível} = 0,88 - 0,0063 \times (1)$$

$$\text{Lisina digestível} = 1,22 - 0,0095 \times (2)$$

$$\text{Treonina digestível} = 0,8 - 0,0053 \times (3)$$

em que:

x = idade média dentro do período desejado.

De acordo com a aplicação das equações de Pope e Emmert (2001), os níveis de metionina + cistina digestíveis foram 0,57 (42 - 57 dias); 0,59 (42 - 49 dias) e 0,54 (50 - 57 dias) os de lisina digestível foram 0,75 (42 - 57 dias); 0,78 (42 - 49 dias) e 0,71 (50 - 57 dias) e os de treonina digestível foram 0,54 (42 - 57 dias); 0,56 (42 - 49 dias) e 0,51 (50 - 57 dias).

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, óleo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, suplemento de vitaminas e microminerais. A composição percentual e os níveis nutricionais calculados são apresentados na Tabela 1.

Ao final do período experimental, quando as aves atingiram 57 dias de idade, foram sacrificadas para a avaliação do rendimento de carcaça e cortes e os dados de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e conversão calórica (kcal consumida kg⁻¹ de ganho de peso). As aves foram colhidas ao acaso, identificadas, pesadas individualmente e separadas em boxes, no qual permaneceram por um período de aproximadamente 6 horas de jejum, recebendo apenas dieta hídrica, sendo posteriormente transportadas até o abatedouro onde foram novamente pesadas, procedendo-se o processo de abate.

Após a evisceração, o frango passou por dois sistemas de banho em água gelada chamados pré-chiller e chiller, que preparam a carcaça para o resfriamento ou congelamento. Durante esse processo, a carcaça absorve água que congelará junto com o produto caso não seja realizado um gotejamento adequado. Após um período curto de gotejamento (permanecendo, portanto, uma maior quantidade de água retida na carcaça), as carcaças foram novamente pesadas sem pés, cabeça e pescoço, realizando-se então os cortes para avaliação dos seus respectivos rendimentos que consistiram em: peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal.

Para determinação objetiva da cor foi utilizado o Sistema CIALAB, medida com o colorímetro de Minolta Chroma Meter, o qual fornece três variáveis: o valor de L*, situado no eixo vertical do diagrama no qual mede a luminosidade ou a percentagem de refletância, variando de 0 (branco) a 100 (preto). Com essa informação é possível determinar objetivamente a cor da carne entre os padrões pálida, normal ou escura. O valor de a* (teor de vermelho), situado no eixo horizontal, mede a variação entre a cor vermelha a verde. O valor de b* (teor de amarelo) mede a variação entre o amarelo e o azul (Olivo, 2004). As leituras foram feitas cinco horas após o abate, sendo as medidas tomadas no músculo do peito, e uma média de dois pontos foi utilizada como resposta de cor L*, a* e b* para cada carcaça.

A determinação do pH da carne foi realizada por meio do peagômetro digital da marca Testo, modelo IpHPJ, diretamente no músculo do peito das aves. As medições de pH foram efetuadas 5 horas após o abate com as carcaças resfriadas.

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais.**Table 1.** Percentual composition and nutritional levels of the experimental diet.

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Rações experimentais <i>Experimental diets</i>							
	3.200 kcal EM kg ⁻¹ <i>3,200 kcal ME kg⁻¹</i>				3.600 kcal EM kg ⁻¹ <i>3,600 kcal ME kg⁻¹</i>			
	PA1 <i>FP1</i>	PA2 <i>FP2</i>	PA3 <i>FP3</i>	PA4 <i>FP4</i>	PA1 <i>FP1</i>	PA2 <i>FP2</i>	PA3 <i>FP3</i>	PA4 <i>FP4</i>
Milho grão <i>Corn</i>	64,50	64,85	64,89	65,04	55,02	55,50	55,46	55,55
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	27,35	27,30	27,30	27,25	29,13	29,00	29,00	29,00
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	4,61	4,55	4,50	4,43	12,34	12,19	12,20	12,17
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,43	1,43	1,43	1,44	1,45	1,45	1,45	1,45
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,91	0,92	0,91	0,92	0,89	0,89	0,90	0,90
Suplemento min + vit* <i>Min + vit supplement*</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal <i>Salt</i>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina 98% <i>DL - methionine - 98</i>	0,16	0,055	0,075	0,024	0,17	0,066	0,086	0,035
L-Lisina HCl 78% <i>L-lysine-78</i>	0,14	-	-	-	0,10	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Calculados <i>Calculated values</i>								
Energia Metabolizável (kcal kg ⁻¹) <i>Metabolizable energy (kcal kg⁻¹)</i>	3200	3200	3200	3200	3600	3600	3600	3600
Proteína Bruta (%) <i>Crude protein (%)</i>	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Calcio (%) <i>Calcium (%)</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponível (%) <i>Available Phosphorus (%)</i>	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Lisina digestível (%) <i>Digestible Lysine (%)</i>	0,94	0,86	0,86	0,86	0,94	0,86	0,86	0,86
Met. + Cist. digestível (%) <i>Digestible Methionine + cystine (%)</i>	0,67	0,57	0,59	0,54	0,67	0,57	0,59	0,54
Treonina digestível (%) <i>Digestible Treonine</i>	0,61	0,60	0,61	0,61	0,61	0,60	0,61	0,61
Sódio (%) <i>Sodium (%)</i>	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

Enriquecido por quilograma de ração (*Provided per kilogram of ration): Vitaminas (*Vitamins*): (A 8.000 UI; E 50 mg; D₃ 2.000 UI; K₃ 2,0 mg; B₁ 1,5 mg; B₂ 4,0 mg; B₆ 2,0 mg; B₁₂ 15,0 mcg); Ácido Pantotênico (*Pantothenic acid*) 12,0 mg; Ácido fólico (*Folic acid*) 0,8 mg; Niacina (*Niacin*) 30,0 mg; Biotina (*Biotine*) 0,04 mg; Colina (*Coline*) 200 mg; Cobre (Cu) 8,0 mg; Iodo (I) 1,0 mg; Selênio (Se) 0,3 mg; Manganês (Mn) 70,0 mg; Zinco (Zn) 80,0 mg; Ferro (Fe) 50,0 mg; Antioxidante BHT (*BHT Antioxidant*) 50,0 mg.

A análise das perdas por cozimento foi determinada tomando-se amostras do peito desossado. Essas amostras foram embaladas em sacos plásticos e cozidas em banho maria a 85°C por 30 minutos, com temperatura interna final entre 75°C a 80°C. As amostras foram resfriadas até alcançar a temperatura ambiente e novamente pesadas para o cálculo das perdas por cocção. O resultado foi expresso em porcentagem (Cason et al., 1997).

Para medir a força de cisalhamento foi utilizado um Texture Analyzer TA-XT2/5 acoplado à lâmina Warner-Bratzler. As amostras utilizadas nessa avaliação foram as mesmas empregadas na determinação das perdas de água por cozimento. Após as amostras terem atingido a temperatura ambiente, foram cortadas em tiras de aproximadamente 1,5 cm de largura, sendo posteriormente colocadas no aparelho, no sentido das fibras, determinando-se então a força máxima necessária para efetuar seu corte, cujos valores foram expressos em kgf cm⁻².

A capacidade de retenção de água foi obtida utilizando a metodologia descrita por Hamm (1960), na qual é determinada a quantidade de água liberada quando é aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Cubos de carne de 0,5 g foram colocados entre dois papéis de filtro circulares, e esses entre duas placas de vidro, no qual foi colocado um peso de 10 kg por 5 minutos. A amostra de carne após a pressão foi pesada e por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial.

Para a realização da análise sensorial da carne do peito foram utilizadas amostras de carne previamente salgadas com 1,5% de sal em relação ao peso de cada amostra e em seguida assadas em forno tipo padaria pré-aquecido a 170°C, no qual permaneceram até que a temperatura interna da carne atingisse 75°C; posteriormente, as amostras foram padronizadas. O teste foi realizado em dois horários: às 10:00 e às 17:00 e em dois dias

consecutivos. As amostras foram colocadas de acordo com os diferentes tratamentos em pratos, codificados com etiquetas, utilizando-se 30 provadores não treinados, e uma escala mista de 9 pontos (1 - Desgostei MUITÍSSIMO; 2 - Desgostei Muito; 3 - Desgostei Regularmente; 4 - Desgostei Ligeiramente; 5 - Indiferente; 6 - Gostei Ligeiramente; 7 - Gostei Regularmente; 8 - Gostei Muito; 9 - Gostei MUITÍSSIMO), com os seguintes atributos: Sabor; Textura; Preferência e Aparência Geral. Ao passar de uma amostra para outra, os provadores fizeram a ingestão de água, para evitar que um tratamento mascarasse o outro. No primeiro dia de degustação foram testados todos os tratamentos em um esquema de contrastes efetuados da seguinte forma: T1 x T3; T2 x T4; T5 x T7 e T6 x T8, testando-se, portanto, os programas de alimentação. Foi realizada a análise estatística dos resultados obtidos e os melhores resultados de cada contraste foram utilizados na análise sensorial do segundo dia, testando-se, por conseguinte, os níveis de energia metabolizável; sendo elas: T1; T2; T7 e T8.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa ESTAT - Sistema de Análises Estatísticas (1994), desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da Unesp/FCAVJ. Em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Na Tabela 2, são apresentados os dados de rendimento de carcaça de peito e de coxa + sobrecoxa e teor de gordura abdominal. Constatou-se que não houve interação entre níveis de energia e programas de alimentação ($p > 0,05$).

Para os parâmetros de avaliação de carcaça não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) dos níveis de energia ou da (programas de alimentação). Esses resultados concordam com os dados encontrados por Summers *et al.* (1988), que trabalhando com os níveis de 0,73; 0,93 e 1,03% de lisina, não encontraram diferenças significativas para rendimento de carcaça em aves alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina+cistina na fase final de criação. Por outro lado, Shutte e Pack (1995), ao suplementarem a dieta de frangos de corte com níveis de 0,60; 0,64; 0,69; 0,74; 0,79 e 0,85% de metionina+cistina alcançaram uma melhora numérica, porém não significativa dos parâmetros de rendimento de carcaça, com aumento no rendimento do peito, verificando diferenças de mais de 1% na produção de carne de peito utilizando a proporção de aminoácidos sulfurados:lisina digestíveis, entre 75 a 78: 100.

Tabela 2. Valores médios de rendimento de carcaça (RC), de peito (RP), de coxa + sobrecoxa (RC+SC) e gordura abdominal (GA) de frangos de corte abatidos aos 57 dias de idade submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação

Table 2. Means values of carcass yield (CY), breast yield (BY), thigh and overthigh yield (TY+OU) and abdominal fat (AF) of broilers slaughtered at 57 days of age, submitted to different energy levels and feeding programs.

Tratamentos Treatments	Parâmetros Parameters			
	RC* ³ (g) CY (%)	RP (g) BY (%)	RC+SC (g) TY+OU (%)	GA (%) AF (%)
Nível de energia (NE) Energy levels				
3.200	81,28	34,10	35,70	2,00
3.600	81,21	34,50	35,25	2,14
Programas de alimentação (PA) Feed programs				
PA1 FP1	81,81	34,79	35,41	2,16
PA2 FP2	81,68	33,91	35,52	2,25
PA3 FP3	81,36	34,27	35,54	2,15
PA4 FP4	81,14	34,23	35,43	1,73
Valores de F ² F values				
NE	0,0093 ^{NS}	0,8070 ^{NS}	1,2802 ^{NS}	0,4199 ^{NS}
EL				
PA	0,2665 ^{NS}	0,6377 ^{NS}	0,0260 ^{NS}	1,1722 ^{NS}
FP				
NE x PA	1,4585 ^{NS}	2,7194 ^{NS}	1,6640 ^{NS}	0,5362 ^{NS}
EL x FP				
CV(%)	2,78	3,69	3,25	29,44
CV (%)				

¹Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey; ²** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; NS = não significativo; ³carcaças evisceradas, sem pés, sem cabeça e sem pescoço, pesadas logo após o chiller.

Means in columns followed by different capital letters differ by Tukey test ($p < 0,05$); ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; NS = not significant); Eviscerated carcass without feet, head and neck, weighed after chiller soon.

Não houve melhora no rendimento de carcaça e de peito com o aumento dos níveis de energia. Esses resultados concordam com os achados de Leandro *et al.* (2000), que também não encontraram efeito da energia da dieta sobre o rendimento de carcaça, mas divergem dos relatos de Mendes *et al.* (2001), que verificaram resultados diferentes ao avaliarem o efeito de níveis de energia na dieta sobre o rendimento de carcaça. Com relação à gordura abdominal não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) entre os níveis de energia estudados ou programas de alimentação, discordando dos achados de Mendes *et al.* (2004), que observaram aumento na gordura abdominal trabalhando com níveis crescentes de energia (2.900, 2.960, 3.020, 3.080, 3.140 e 3.200 kcal EM kg⁻¹).

Na Tabela 3, são apresentados os dados de qualidade de carne. Observou-se que para as variáveis pH, perdas por cocção, força de cisalhamento, L* e a* não houve interação ($p > 0,05$) entre os níveis de energia da dieta e os programas de alimentação. No entanto, para as variáveis capacidade de retenção de água e b*, foi constatada interação ($p < 0,05$) entre níveis de energia e programas de alimentação.

Tabela 3. Médias de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e coloração [luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*)] da carne de peito de frangos de corte abatidos, submetidos a diferentes níveis de energia (NE) e programas de alimentação (PA).

Table 3. Means values of pH, water holding capacity (WHC), cooking weight loss (CWL), shearing force (SF) and color [(lightness (L*), red content (a*) and yellow content (b*))] of breast meat of broilers slaughtered at 57 days of age, submitted to different energy levels and feeding programs.

Trat. Treat.	Qualidade de carne Meat quality				Coloração Color		
	pH	CRA (%) WHC (%)	PPC (%) CWL (%)	FC kgf cm ⁻² SF (kgf cm ⁻²)	L*	a*	b*
Níveis de Energia Energy levels							
3.200	5,76	67,05	28,19	4,50	47,94	2,49 b	4,55
3.600	5,78	66,85	27,94	4,54	46,49	3,11 a	3,97
Programas de Alimentação Feed programs							
PA1 FP1	5,80	70,06	26,60	4,54	46,26	2,67	5,17
PA2 FP2	5,74	64,35	29,50	5,08	48,13	2,39	3,84
PA3 FP3	5,79	65,47	28,40	4,53	47,79	2,79	4,10
PA4 FP4	5,76	67,92	27,75	3,93	46,68	3,05	3,93
Valores de F F values							
NE	0,0936 ^{NS}	0,0220 ^{NS}	0,1197 ^{NS}	0,0150 ^{NS}	3,3976 ^{NS}	10,9521 ^{**}	9,2359 ^{**}
EL							
PA	0,3076 ^{NS}	3,4149 [*]	2,9579 ^{NS}	1,9822 ^{NS}	1,2703 ^{NS}	2,4768 ^{NS}	10,6101 ^{**}
FP							
NE x PA	2,1929 ^{NS}	4,6049 [*]	0,4704 ^{NS}	1,5751 ^{NS}	2,3820 ^{NS}	1,7135 ^{NS}	8,8102 ^{**}
EL x PA							
CV	2,20	5,84	7,09	20,88	4,73	18,89	12,55
(%)							
CV (%)							

Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p<0,01) pelo teste de Tukey. **p<0,01; *p<0,05; NS = não significativo; Trat. = Tratamentos.

Means in columns followed by different capital letters differ by Tukey test (p<0.05). **p<0.01; *p<0.05; NS = not significant; Treat. = Treatments

Geralmente, a carne de peito de frango de corte apresenta um pH final que pode variar de 5,7 até 5,96 (Oliveira, 2004), sendo que os valores encontrados nesse experimento se encontram dentro da faixa. As perdas por cocção (PPC) em animais de açougue pode variar de 20 a 40% e em frangos de corte são relatados valores de 27,2% (Contreras, 1995). Os fatores que interferem nos resultados são as metodologias de cocção, preparo da amostra e categorias de pesos ao abate (Forrest et al., 1979; Mendes et al., 2001).

No tocante à cor, em frangos normalmente a coloração da pele e do músculo podem variar em função da dieta, do tipo e teores de xantofilas e do fator genético (Oda et al., 2003). Normalmente a luminosidade (L*) está associada com a quantidade de água no tecido e com a evolução das reações bioquímicas *post mortem*. Quanto maior o valor de L* mais clara é a carne e, quanto menor o valor de L*, mais vermelha é a carne. As médias de 46,4 a 49,7 para o valor de L*, podem ser consideradas normais

para cor de peito de frango (Mendes et al., 2003), sendo que os valores encontrados nesse experimento estão nessa faixa de normalidade.

Para o teor de vermelho da carne de peito (a*), observou-se efeito do nível de energia (p<0,01), sendo que o nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹ resultou em maior valor de a* em relação ao nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹. Esses valores encontrados de a* (3,11) no nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹ foram maiores que os descritos por Contreras (1995) que observou valores variando de 1,9 a 3,0 em peitos de frango.

Na capacidade de retenção de água (Tabela 4), constatou-se que no nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹ o programa de alimentação PA2 apresentou o menor valor (p<0,05), embora não tenha diferido em relação ao PA3, que por sua vez não diferiu das recomendações do programa PA1 e do PA4, as quais não diferiram entre si e promoveram resultados mais satisfatórios. Para o nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹ a capacidade de retenção de água não foi afetada pelos programas de alimentação (p>0,05). Com relação ao nível energético, observou-se diferença na capacidade de retenção de água apenas para a recomendação do PA2 onde o nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹ proporcionou o menor valor (p<0,05).

Tabela 4. Desdobramento das interações entre nível de energia (NE) e programas de alimentação (PA) para capacidade de retenção de água (CRA) e teor de amarelo (b*) da carne de peito de frangos de corte, abatidos aos 57 dias de idade.

Table 4. Deployment of the interaction between energy level (EL) and feeding programs (FP) for water holding capacity (WHC), and yellow content (b*) of breast meat of broilers slaughtered at 57 days of age.

	Qualidade da carne de peito Breast meat quality			
	CRA (%) WHC		b*	
	3.200 kcal kg ⁻¹	3.600 kcal kg ⁻¹	3.200 kcal kg ⁻¹	3.600 kcal kg ⁻¹
NE				
EL				
PA1 FP1	71,85 Aa	68,28 Aa	4,62 Ab	5,72 Aa
PA2 FP2	60,11 Bb	68,59 Aa	4,47 Aa	3,20 Bb
PA3 FP3	66,14 ABa	64,79 Aa	4,57 Aa	3,63 Bb
PA4 FP4	70,11 Aa	65,72 Aa	4,52 Aa	3,34 Bb

Médias na coluna seguidas de letras maiúsculas e na linha seguidas de letras minúsculas diferentes são significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Means in columns followed by different capital letters and in line followed by different minuscules letters differ by Tukey test (p<0.05).

Com relação ao teor de amarelo, o desdobramento da interação entre os níveis de energia e os programas de alimentação (Tabela 4) indicou que no nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹ e o programa PA1 resultou em maior teor de amarelo; por outro lado, no nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹ os programas de alimentação não determinaram diferenças no teor de amarelo da carne (p>0,05). Em relação ao nível de energia, observou-se que, com exceção do programa PA1, o nível de 3.200 kcal

EM kg⁻¹ proporcionou maior teor de amarelo na carne. Em geral, o teor de amarelo (b*) avalia os pigmentos carotenóides depositados na gordura da carne. Nas espécies domésticas, foram reportados valores de 4,1 a 5,6 para peitos de frango (Contreras, 1995) e os valores reduzidos de b* encontrados no nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹ possivelmente sejam consequência do baixo teor de gordura encontrado na carne de peito das aves que receberam essa dieta com menor nível energético.

Os atributos sensoriais (sabor, textura, preferência e aparência geral) das amostras de carne de peito de frangos abatidos aos 57 dias de idade são apresentados na Tabela 5. Observou-se que os tratamentos influenciaram significativamente ($p < 0,01$) o sabor e a preferência. No primeiro dia de degustação foram testados todos os tratamentos em um esquema de contrastes efetuados da seguinte forma: T1 X T3; T2 X T4; T5 X T7 e T6 X T8. Foi realizada a análise estatística dos resultados obtidos e os melhores resultados de cada contraste, encontrados no primeiro dia de análise foram utilizados na análise sensorial do segundo dia, sendo eles: T1; T2; T7 e T8.

Tabela 5. Valores médios das características sensoriais (sabor, textura, preferência e aparência geral) da carne de peito de frangos de corte abatidos aos 57 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de energia (NE) e programas de alimentação (PA).

Table 5. Means values of sensorial characteristics (flavor, tenderness, acceptability and overall aspect) of breast meat of broilers slaughtered at 57 days of age, submitted to different energy levels and feeding programs.

Tratamentos Treatments	Sabor Flavor	Textura Tenderness	Preferência Acceptability	Aparência geral Overall aspect
T1	6,5667 B	6,5333	6,0333 B	6,4333
T2	7,0333 AB	6,4333	6,7667 AB	6,8000
T7	7,5000 A	7,1000	7,4333 A	7,1667
T8	7,100 AB	6,5333	6,9333 AB	6,8667
Valores de F F values				
F TRAT	2,37**	1,11 ^{NS}	4,15**	1,42 ^{NS}
CV (%)	19,29	23,74	22,94	20,29

Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si ($p < 0,01$) pelo teste de Tukey; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; NS = não significativo. TRAT: Combinação dos níveis de energia com os programas de alimentação.

Means in columns followed by different capital letters differ by Tukey test ($p < 0,01$); (** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; NS = not significant); TRAT: Combination of the levels of energy with the feeding programs.

O tratamento 7, apesar de ter apresentado os maiores valores para sabor e preferência, só diferiu significativamente do tratamento 1, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si. Embora para as demais características não tenha ocorrido efeito de tratamento, ocorreu uma tendência para o tratamento 7 apresentar os maiores valores numéricos. Com base na análise sensorial, observou-se que a combinação do nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹ e do programa PA4 apresentou uma tendência à melhores resultados.

No estudo de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), constatou-se que não houve interação ($p > 0,05$) entre os níveis de energia e programas de alimentação. Na fase de 42 a 57 dias de idade (Tabela 6), foi observado efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de energia apenas para conversão alimentar, sendo o melhor resultado encontrado no nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹. Não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) dos níveis de energia sobre o consumo de ração e ganho de peso, entretanto os programas de alimentação exerceram efeito significativo ($p < 0,01$) sobre o consumo de ração e conversão alimentar, sendo os menores consumos e melhores valores de conversão alimentar proporcionados pelos programas PA1 e PA2.

Tabela 6. Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e conversão calórica (CC) de frangos de corte, abatidos aos 57 dias de idade e submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação (PA).

Table 6. Means values of feed intake (FI), weight gain (WG), feed:gain ratio (F:GR) and energy conversion (EC) of broilers slaughtered at 57 days of age, submitted to different energy levels and feeding programs.

Tratamentos <i>Treatments</i>	Desempenho de 42 a 57 dias de idade <i>Performance from 42 to 57 days of age</i>			
	CR (g) <i>FI (g)</i>	GP (g) <i>WG (g)</i>	CA <i>F:GR</i>	CC (kcal g ⁻¹) <i>EC (kcal g⁻¹)</i>
	Níveis de Energia <i>Energy levels</i>			
3.200	3000	1088	2,76 b	8,828
3.600	2891	1118	2,59 a	9,107
Programas de Alimentação <i>Feed programs</i>				
PA1 <i>FP1</i>	2577 c	1127	2,29 a	7,327
PA2 <i>FP2</i>	2529 c	1059	2,40 a	8,147
PA3 <i>FP3</i>	3219 b	1109	2,90 b	9,885
PA4 <i>FP4</i>	3456 a	1117	3,09 b	10,509
Valores de F ² <i>F values</i>				
NE <i>EL</i>	3,6479 ^{NS}	1,6407 ^{NS}	6,3799*	1,5265 ^{NS}
PA <i>FP</i>	65,9570**	1,7039 ^{NS}	33,6509**	43,0051**
NE x PA <i>EL x FP</i>	1,1542 ^{NS}	0,6883 ^{NS}	1,8672 ^{NS}	4,6038*
CV(%) <i>CV (%)</i>	5,48	5,91	7,07	7,12

Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si ($p < 0,01$) pelo teste de Tukey; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; NS = não significativo.

Means in columns followed by different capital letters differ by Tukey test ($p < 0,05$). ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; NS = not significant.

Para conversão calórica ocorreu interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores estudados, sendo o desdobramento apresentado na Tabela 7.

Dentro do nível de 3.200 kcal EM kg⁻¹ de ração, observou-se que a melhor conversão calórica foi obtida com o programa de alimentação PA1, e as piores com os programas PA3 e PA4. Já no nível de 3.600 kcal EM kg⁻¹ de ração, não foi encontrada diferença entre os programas PA1 e PA2 e entre os programas PA3 e PA4.

No entanto, PA1 e PA2 foram diferentes de PA3 e PA4, sendo os melhores resultados encontrados para os programas PA1 e PA2.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre nível de energia (NE) e programas de alimentação (PA) para conversão calórica (CC) de frangos de corte, abatidos aos 57 dias de idade.

Table 7. Deployment of the interaction between energy level (EL) and feeding programs (FP) for energy conversion (EC) of broilers slaughtered at 57 days of age.

	CC (kcal g ⁻¹) EC (kcal g ⁻¹)	
NE	3.200 kcal	3.600 kcal
EL		
PA1	7,715 Ca	6,938 Ba
FP1		
PA2	8,221 BCa	8,073 Ba
FP2		
PA3	9,145 ABb	10,625 Aa
FP3		
PA4	10,228 Aa	10,789 Aa
FP4		

Médias na coluna seguidas de letras maiúsculas e na linha seguidas de letras minúsculas diferentes são significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Means in columns followed by different capital letters and in line followed by different minuscules letters differ by Tukey test ($p < 0,05$).

Desta forma, os programas PA1 e PA2, adotando as recomendações de aminoácidos de Rostagno *et al.* (2000) ou aplicando as equações de Pope e Emmert (2001) para determinar os níveis de aminoácidos, considerando-se um único nível de aminoácidos para a fase de 42 a 57 dias, proporcionaram desempenhos semelhantes e melhores em relação aos demais programas.

Conclusão

Os níveis energéticos ou os diferentes programas de alimentação não determinam diferenças expressivas na qualidade da carcaça ou na qualidade de carne que justificassem a escolha de um nível ou de um programa alimentar, devendo, portanto, prevalecer o nível energético e as recomendações de aminoácidos que determinem o maior custo-benefício. O maior nível energético e os programas de alimentação PA1 e PA2 proporcionaram alguma melhoria no desempenho das aves, enquanto que o fracionamento das exigências de aminoácidos digestíveis em dois períodos, como nos programas PA3 e PA4, determinou piores resultados.

Referências

ACAR, N. *et al.* F Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between 6 and 8 weeks of age. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 70, p. 2315-2321, 1991.

BERAQUET, N. Influência de fatores ante e post-mortem na qualidade da carne de aves. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, Campinas, v. 1, p. 155-166, 1999.

CASON, J.A. *et al.* Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 76, p. 785-787, 1997.

CONTRERAS, C.J.C. *Efeitos do atordoamento elétrico, da estimulação elétrica e da desossa a quente na qualidade da carne do peito (músculo Pectoralis major) de frango.* 1995. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

ESTAT 2.0 – *Sistema de análise estatística.* Jaboticabal: Pólo Computacional, Departamento de Ciências Exatas – Unesp, 1994.

FORREST, J.C. *et al.* *Fundamentos de ciencia de la carne.* Zaragoza: Acibia, 1979.

FRAPS, G.S. Relation of protein, fat and energy of ration to the composition of the chicken. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 22, p. 421-424, 1943.

GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.* 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Res.*, Cleveland, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

HILL, F.W.; DANSKY, L.M. Studies of the energy requirements of chickens: I. The effect of dietary level on growth and feed composition. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 33, p. 112-119, 1954.

LAGANÁ C. *et al.* Efeito de níveis de proteína e gordura da dieta na gordura abdominal de frangos estressados por calor. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v. 62, n. 4, p. 313-319, 2005.

LEANDRO, N.S.M. *et al.* Influência de diferentes programas alimentares no rendimento de carcaça de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 1149.

LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Facta, 1995, p.111-118.

MACARI, M. *et al.* *Produção de frangos de corte.* Campinas: Facta, 2004.

MENDES A.A. *et al.* Avaliação do rendimento e qualidade da carne de peito em frangos de corte criados com diferentes densidades e níveis de energia na dieta. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, Campinas, p. 38, 2001. (Supl., 3).

MENDES, A.A. *et al.* Qualidade da carne de peito de frangos de corte. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, n. 317, p. 138-144, 2003.

MENDES, A.A. *et al.* Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2300-2307, 2004 (Supl., 3).

MORAN Jr, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine:live performance and processing yields. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 73, p. 1116-1126, 1994.

ODA, S.H.I. *et al.* Detecção de cor em filés de peito de frango. *Rev. Nac. Carne*, São Paulo, n. 321, p. 30-34, 2003.

- OLIVEIRA, F.N. *et al.* Effects of full-fat extruded soybean at different temperatures on performance of broiler chicks in the growing and final phases. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1950-1955, 2005.
- OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. *Anais...* Campinas: Facta, 2004, p. 143-152.
- POPE, T.; EMMERT, J.L. Phase-feeding supports maximum growth performance of broiler chicks from forty-three to seventy-one days of age. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 80, p. 345-352, 2001.
- ROSTAGNO, H.S. *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2000.
- SHUTTE, J.B.; PACK, M. Effects of dietary sulphur-containing amino acid on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. *Brit. Poult. Sci.*, London, v. 36, n. 5, p. 747-762, 1995.
- SILVA, M.A. *et al.* Rendimento de carcaça de frangos de corte em função dos níveis de proteína bruta e metionina+cistina na ração. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 86-87.
- SUMMERS, J.D. *et al.* Yield and composition of edible meat from male broilers as influenced by dietary protein level and amino acid supplementation. *Can. J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 68, p. 241-248, 1988.
- WALDROUP, P. W. Energy levels for broilers. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v. 58, p. 309-313, 1981.
- Received on January 31, 2006.*
Accepted on December 01, 2006.