

WILL PEREIRA DE OLIVEIRA

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA
IDEAL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48n
2012

Oliveira, Will Pereira de, 1978-

Níveis de lisina digestível e validação da proteína ideal em
rações para frangos de corte / Will Pereira de Oliveira.
– Viçosa, MG, 2012.
xviii, 106f. : il. ; 29cm.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Nutrição. 2. Frango de corte -
Alimentação e rações 3. Frango de corte - Registros de
desempenho. 4. Proteína na nutrição animal. 5. Aminoácidos
na nutrição animal. 6. Bioclimatologia. 7. Frango de corte -
Efeito da temperatura. 8. Frango de corte - Calor - Efeito
fisiológico. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.50852

WILL PEREIRA DE OLIVEIRA

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL E VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL
EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.

APROVADA: 14 de fevereiro de 2012.

Juarez Lopes Donzele
(Coorientador)

Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)

João Luís Kill

Douglas Haese

Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele
(Orientadora)

De tudo ficaram três coisas:
A certeza de que estamos começando,
A certeza de que é preciso continuar,
A certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar.

Façamos da interrupção um caminho novo
Da queda, um passo de dança
Do medo, uma escada
Do sonho, uma ponte
Da procura, um encontro!

(Fernando Sabino)

A Deus.
Aos meus pais Sr. Elifas e D. Zilma
Aos meus irmãos e sobrinhos
Aos meus familiares
Aos meus amigos.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Às empresas Ajinomoto do Brasil e Evonik Degussa Brasil pela parceria e apoio na realização deste trabalho.

À professora Rita Flávia M. de Oliveira Donzele pela amizade e confiança, pela orientação e ensinamentos durante o curso de pós-graduação e durante a execução dos trabalhos.

Aos meus coorientadores professor Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino pela amizade, apoio e pelas contribuições científicas para o enriquecimento deste trabalho.

Aos professores João Luís Kill e Douglas Haese pelas sugestões e participação na banca examinadora.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, em especial os amigos Elísio, José Lino e Adriano pelo apoio na realização dos trabalhos.

Aos funcionários da Fábrica de Ração da UFV, pela amizade e solicitude, em especial ao Mauro Godoi e ao Sebastião.

Aos funcionários do Abatedouro da UFV pela amizade e solicitude, em especial a D. Graça e ao José Antônio.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial à Celeste, Fernanda, Venâncio e Adilson pela amizade, apoio e agradável convívio diário.

Aos colegas contemporâneos da pós-graduação e amigos Ana Paula C. Gomide, Anderson L. Lima, Evandro F. Cardoso, Gabriel C. Rocha, Juliano Molino, Leandro Alebrante e Veredino L. da Silva Jr. pela amizade ao longo do curso.

Aos estagiários e bolsistas Érika M. Figueiredo, Frederico P. Soares, Marcus V.L. Antunes, Paulo H.R.F. Campos, Rafael A. Vianna, Roberto Fornazier, pela amizade, apoio e dedicação imprecindíveis na realização deste trabalho.

Ao amigo Matheus Faria de Souza pela grande amizade e colaboração na realização deste trabalho.

À minha turma de Zootecnia 2001 pela amizade e pelos momentos amistosos e inesquecíveis. “Um bom exemplo de bondade e respeito...”.

Aos amigos e eternos mestres: prof. Otoniel de Aquino e prof. Marciano Savino pelos valiosos conselhos e palavras de incentivo.

À minha noiva, Silvana Marques Pastore, pelo apoio, companheirismo e amor a mim dedicados. Obrigado por fazer parte da minha vida.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

WILL PEREIRA DE OLIVEIRA, filho de Elifas Batista de Oliveira e Zilma Pereira de Oliveira, cidadão de Maratázes, nasceu no município de Itapemirim, Espírito Santo, em 16 de abril de 1978.

Em março de 2001, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se com *Votos de Louvor* em maio de 2006.

Em maio de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado, concentrando seus estudos na área de Bioclimatologia Animal, adquirindo o título de *Magister Scientiae* no dia 19 de fevereiro de 2008.

Em março de 2008, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Bioclimatologia Animal, submetendo-se à defesa de tese no dia 14 de fevereiro de 2012.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
LITERATURA CONSULTADA.....	14

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE

Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23

Resultados e Discussão.....	28
Conclusão.....	37
Literatura Consultada.....	38

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE

Resumo.....	43
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	51
Conclusão.....	63
Literatura Consultada.....	64

VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE, MANTIDOS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE

Resumo.....	69
Abstract.....	70
Introdução.....	71
Material e Métodos.....	72
Resultados e Discussão.....	77
Conclusão.....	82
Literatura Consultada.....	83

**VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE
DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE, MANTIDOS EM AMBIENTE DE
ESTRESSE POR CALOR**

Resumo.....	87
Abstract.....	88
Introdução.....	89
Material e Métodos.....	90
Resultados e Discussão.....	95
Conclusão.....	101
Literatura Consultada.....	102
 CONCLUSÕES GERAIS.....	 106

LISTA DE TABELAS

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja.....	24
Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais.....	25
Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais e digestíveis, matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais.....	26
Tabela 4 – Temperatura do ar (TAR), umidade relativa do ar (UR) registradas no interior do galpão de frangos de corte e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado para o período experimental.....	29
Tabela 5 – Consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLIS), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade, em função dos níveis de lisina digestível da ração.....	29
Tabela 6 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLis), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de deposição de proteína (DP) e de gordura (DG) de frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade.....	29
Tabela 7 – Deposição proteica (DP) e deposição de gordura (DG) em frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade, em função dos níveis de lisina digestível da ração.....	33

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja.....	47
Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais.....	48
Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais e digestíveis, matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais.....	49
Tabela 4 – Temperatura do ar (TAR), umidade relativa do ar (UR) registradas no interior do galpão de frangos de corte e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado para o período experimental.....	52
Tabela 5 – Consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLIS), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, em função dos níveis de lisina digestível da ração.....	52
Tabela 6 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLis), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade.....	52
Tabela 7 – Pesos absoluto (P) e relativo (R) de carcaça (C), de coxa (CX), de sobrecoxa (SCX), de peito com osso (PO) de peito sem osso (PSO) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível, dos 22 a 42 dias de idade.....	57
Tabela 8 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o peso absoluto (P) de carcaça (C), de coxa (CX), de sobrecoxa (SCX), de peito com osso (PO) de peito sem osso (PSO) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade.....	58
Tabela 9 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o peso relativo (R) de carcaça (C), de coxa (CX), de sobrecoxa (SCX), de peito com osso (PO) de peito sem osso (PSO) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade.....	58
Tabela 10 – Eficiência de utilização de nitrogênio (N) em frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina dos 22 aos 42 dias.....	62

VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE, MANTIDOS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais para o período de 22 aos 33 dias de idade.....	73
Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais para o período de 34 aos 42 dias de idade.....	74
Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais e digestíveis, matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais.....	75
Tabela 4 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações experimentais formuladas para validação da proteína ideal.....	78
Tabela 5 – Pesos absoluto e relativo de carcaça, de peito com osso, de peito sem osso e de gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações experimentais para validação da proteína ideal, dos 22 aos 42 dias de idade.....	81

VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE, MANTIDOS EM AMBIENTE DE ESTRESSE POR CALOR

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais para o período de 22 aos 33 dias de idade.....	91
Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações experimentais para o período de 34 aos 42 dias de idade.....	92
Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais e digestíveis, matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais.....	93
Tabela 4 – Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações experimentais formuladas para validação da proteína ideal.....	96
Tabela 5 – Pesos absoluto e relativo de carcaça, de peito com osso, de peito sem osso, de perna, e de gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações experimentais para validação da proteína ideal, dos 22 aos 42 dias de idade.....	98

LISTA DE FIGURAS

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE

Figura 1 – Ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade.....	31
Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade.....	33
Figura 3 – Deposição proteica de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade.....	34
Figura 4 – Deposição de gordura de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade.....	36

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE

Figura 1 – Ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 22 a 42 dias de idade.....	54
Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de de 22 a 42 dias de idade.....	55

RESUMO

OLIVEIRA, Will Pereira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Níveis de lisina digestível e validação da proteína ideal em rações para frangos de corte.** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram realizados quatro experimentos com frangos de corte, sendo dois (Experimentos 1 e 2) para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com aminoácidos industriais e outros dois (experimentos 3 e 4) para validar as relações dos aminoácidos digestíveis: Treonina, Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano; com a Lisina digestível, na proteína ideal, para frangos de corte submetidos a dois ambientes térmicos: termoneutro e estresse por calor. No experimento 1, foram utilizados 1440 frangos, de 8 a 21 dias de idade, com peso inicial médio de 168,1g, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 2 [(cinco níveis de lisina digestível: 1,00; 1,10; 1,20; 1,30 e 1,40% e dois tipos de ração: variando a proporção de milho e de farelo de soja (M+FS) e ração suplementada com aminoácidos industriais (PB+AA)], oito repetições e 18 aves por repetição. Foi observado efeito de interação apenas sobre o ganho de peso (GP) e sobre a deposição de gordura (DG) das aves. O consumo de ração (CR) em ambas as rações. Os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram de forma quadrática o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) que melhoraram até os níveis estimados de 1,30 e 1,40% de lisina, respectivamente. Na ração PB+AA, os níveis de lisina aumentaram o GP e melhoraram a CA de forma linear. Independente do tipo de ração, a deposição de proteína aumentou enquanto a deposição de gordura reduziu de forma linear com o aumento dos níveis de lisina. A ração M+FS proporcionou menor deposição de

gordura em relação à ração PB+AA. No experimento 2, foram utilizados 1280 frangos, de 22 a 42 dias de idade, com peso inicial médio de 787,5g, distribuídos em DIC, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de lisina digestível: 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% e dois tipos de rações, formuladas por metodologia semelhante à do experimento 1), oito repetições e 20 aves por repetição. Foi observado efeito de interação sobre os parâmetros de desempenho e de carcaça avaliados. Em ambas as rações a CA melhorou de forma linear com o aumento dos níveis de lisina. Os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram o CR, o GP, os pesos absolutos (PA) de carcaça, coxa, sobrecoxa e o peso relativo (PR) de peito sem osso, que aumentaram de forma linear. Entretanto, os PA e PR de gordura abdominal (GA) reduziram linearmente com o aumento dos níveis de lisina na ração M+FS. Nas aves alimentadas com ração PB+AA o PR de sobrecoxa reduziu de forma linear com os níveis de lisina e os PR de peito com osso e peito sem osso reduziram de forma quadrática até os níveis estimados de 1,04 e 1,07% de lisina, respectivamente. A excreção e a retenção de nitrogênio aumentaram linearmente com os níveis de lisina da ração M+FS. No experimento 3, foram utilizados 336 frangos machos, dos 22 aos 42 dias de idade, distribuídos em DIC, com oito tratamentos (rações) [basal; cinco rações com as relações ideais com a lisina: treonina (Tre), valina (Val), isoleucina (Ile), arginina (Arg), triptofano (Trp); proteína ideal (PI); PI+ácido glutâmico+glicina (PI+Glu+Gli)], seis repetições e sete aves por repetição, alojadas em salas climatizadas. A temperatura do ar (TAR) e umidade relativa (UR) das salas foram de $23,8 \pm 1,15^{\circ}\text{C}$ e $69,8 \pm 5,59\%$. O ITGU calculado foi de $70,9 \pm 1,66$. Não foi observado efeito das rações experimentais sobre o CR, GP e CA. Da mesma forma, os PA e PR de carcaça, peito com osso e peito sem osso não foram influenciados pelas rações experimentais. Ambos os PA e PR da GA apresentaram o maior valor para a ração PI e o menor valor para a ração Tre. No experimento 4, a metodologia aplicada foi semelhante à do experimento 3, porém as salas climatizadas foram ajustadas para proporcionarem estresse por calor. A TAR, a UR e o ITGU obtidos foram de $32,0 \pm 0,55^{\circ}\text{C}$, $66,9 \pm 5,63\%$ e $82,7 \pm 0,87$, respectivamente. As rações experimentais não influenciaram o CR, GP e a CA. Os PA de carcaça, peito com osso, peito sem osso, perna e GA, assim como os PR de carcaça e peito sem osso não foram influenciados pelas rações experimentais. O maior PR de peito com osso e o menor PR de perna foram proporcionados pela ração PI+Glu+Gli. A ração PI proporcionou o maior PR de GA em comparação às demais rações. Conclui-se que, para frangos na fase de 8 a 21 dias de idade, os níveis estimados de 1,30 e de 1,40% de lisina digestível das rações M+FS proporcionaram, respectivamente, melhor GP e CA. Enquanto as aves que receberam rações

PB+AA, o nível de 1,40% de lisina na ração proporcionou o melhor desempenho. Para a fase de 22 a 42 dias de idade, os níveis de 1,20 e 0,90% de lisina das rações M+FS e PB+AA, respectivamente, correspondem às exigências de lisina para o melhor desempenho. As relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10% na base digestível na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005) estão adequadas para frangos de corte submetidos aos ambientes termoneutro e de estresse por de calor. No estresse por calor, a suplementação com ácido glutâmico e glicina melhora as características de carcaça dos frangos de corte.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Will Pereira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2012. **Lysine levels and validation of ideal protein in diets for broilers.** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Four experiments were conducted with broiler chickens, two (experiments 1 and 2) to evaluate the effect of digestible lysine levels in diets with or without supplementation of industrial amino acids and two (experiments 3 and 4) to validate the relations of digestible amino acids: Threonine, Valine, Isoleucine, Arginine and Tryptophan; with Lysine in the ideal protein for broilers under two thermal environments: thermoneutral and heat stress. In experiment 1, 1440 broilers of 8 to 21 days of age with average initial weight of 168.12g were distributed in a completely randomized experimental design (CRD), in a 5 x 2 factorial arrangement [(five digestible lysine levels: 1.00; 1.10; 1.20; 1.30 and 1.40% and two types of diet: diet with different corn and soybean meal ratios (C+SM) and diet supplemented with industrial amino acids (CP+AA)], eight replicates and 18 birds per replicate. Interaction effect was observed only on weight gain (WG) and fat deposition (FD) of birds. Lysine levels reduced feed intake (FI) linearly in both diets. The lysine levels of the C+SM diet affected weight gain (WG) and feed conversion (FC) quadratically; they improved up to the estimate levels of 1.30 and 1.40% lysine, respectively. In the CP+AA diet, lysine levels increased WG and improved FC linearly. Regardless of the type of diet, the protein deposition increased linearly, whereas fat deposition reduced linearly with increase in the lysine levels of the diets. The C+SM diet promoted smaller fat deposition in relation to the CP+AA diet. In experiment 2, 1280 broilers of 22 to 42 days of age with average initial weight of 787.5g were distributed in a CRD, in a 4 x 2 factorial arrangement (four digestible lysine levels: 0.90; 1.00; 1.10 and 1.20% and two types of diets, formulated by methodology

similar to that of experiment 1), eight replicates and 20 birds per replicate. Interaction effect was observed on the performance and carcass parameters evaluated. In both diets, FC improved linearly with the increase in lysine levels. The lysine levels of the C+SM diet affected FI, WG, absolute weight (AW) of carcass, thigh, drumstick and yield (Y) of boneless breast, which increased linearly. However, AW and Y of abdominal fat (AF) reduced linearly with increase in the lysine levels of the C+SM diet. In birds fed the CP+AA diet, lysine levels reduced the drumstick Y linearly and affected boneless and boned breast Y, which reduced up to the estimate levels of 1.04 and 1.07% lysine, respectively. The excretion and retention of nitrogen increased linearly with lysine levels in the C+SM diet. In experiment 3, 336 male broilers of 22 to 42 days of age were distributed in a CRD with eight treatments (diets) [basal; five diets with ideal ratios with lysine: threonine (Thr), valine (Val), isoleucine (Ile), arginine (Arg), Tryptophan (Trp); ideal protein (IP); IP+glutamic acid+glycine (IP+Glu+Gly)], six replicates and seven birds per replicate, housed in air-conditioned rooms. The air temperature (AT) and relative humidity (RH) of the rooms were $23.8 \pm 1.15^{\circ}\text{C}$ and $69.8 \pm 5.59\%$. The calculated wet bulb globe temperature (WBGT) was 70.9 ± 1.66 . No effect of experimental diets was observed on FI, WG and FC. Likewise, AW and Y of AF presented the greatest value for the IP diet and the lowest value for the Thr diet. In experiment 4, the methodology applied was similar to that of experiment 3; however, the air-conditioned rooms were set to promote heat stress. The AT, RH and WBGT values obtained were $32.0 \pm 0.55^{\circ}\text{C}$, $66.9 \pm 5.63\%$ and 82.7 ± 0.87 , respectively. Experimental diets did not affect FI, WG or FC. AW of carcass, bone and boneless breast, leg and AF, the same way carcass and boneless Y were not affected by experimental diets. The greater boned breast Y and the lower leg Y were originated by the IP+Glu+Gly diet. The IP diet promoted higher AF Y in comparison with the other diets. One can conclude that, for broilers in the phase of 8 to 21 days of age, the estimated levels of 1.30 and 1.40% digestible lysine in the C+SM diets, the 1.40% digestible lysine level in the diet promoted the best performance. For the phase of 22 to 42 days of age, the 1.20 and 0.90% lysine levels of diets C+SM and CP+AA, respectively, corresponded to lysine requirements for better performance. The ratios of amino acids threonine, tryptophan, arginine, valine and isoleucine with lysine at the 1.10% level on the digestible basis in ideal protein recommended by Rostagno *et al.* (2005) are adequate for broilers under thermoneutral and heat stress environments. In heat stress, supplementation with glutamic acid and glycine may improve carcass characteristics of broilers.

INTRODUÇÃO GERAL

O setor avícola brasileiro tem obtido destaque no comércio mundial de carnes por apresentar seu produto com ótima qualidade e com preços competitivos ao mercado. A utilização de linhagens genéticas de elevada taxa de crescimento e deposição de tecido muscular, assim como o emprego de rações desenvolvidas para atender nutricionalmente as exigências dessas aves nas condições climáticas brasileiras, tem contribuído de forma notável com o sucesso alcançado pelo setor.

O principal nutriente da ração a ser convertido e depositado na carcaça como tecido muscular é a proteína, a qual influencia de forma direta a conversão alimentar, a qualidade da carcaça e o ganho de peso das aves (SUIDA, 2001). Todavia, sabe-se que a exigência nutricional das aves é principalmente por aminoácidos e não simplesmente por proteína bruta da ração (NASCIMENTO, 2004). Dentre os aminoácidos constituintes da proteína, a lisina é o aminoácido essencial que tem como principal função a incorporação no tecido muscular, estando envolvida em menores proporções em outros processos estruturais e metabólicos no organismo (BAKER & HAN, 1994).

Devido a estas características e considerando o fato de que a determinação dos níveis de lisina nos alimentos é mais simples que a determinação dos níveis de outros aminoácidos, a lisina tem sido utilizada como padrão de referência às exigências dos demais aminoácidos, as quais têm sido expressadas como relações com a exigência de lisina dos animais (BAKER & HAN, 1994; CELLA *et al.*, 2001). Dessa forma, a determinação imprecisa da exigência de lisina ou das relações aminoacídicas ocasionaria um desequilíbrio de aminoácidos na ração fornecida, o que pode não atender a exigência nutricional dos animais e causar uma consequente redução no desempenho produtivo das mesmas.

Atualmente sabe-se que o atendimento das exigências de aminoácidos para as aves, tomando-se como base o fornecimento de proteína bruta, tem proporcionado rações com níveis de aminoácidos acima das exigências destes animais. A adoção do conceito de proteína ideal na formulação de rações, reduzindo a proteína bruta e suplementando com aminoácidos essenciais, torna o fornecimento de aminoácidos mais ajustados às exigências das aves, possibilitando-as a expressar seu máximo potencial genético para a produção, além de contribuir para a diminuição da excreção de nitrogênio, reduzindo, assim, o impacto da produção animal sobre o meio ambiente (DESCHEPPER & DE GROOTE, 1995; SUÍDA, 2001; MENDONZA *et al.*, 2001; CORZO *et al.*, 2005; FARIA FILHO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2006).

Estudos têm demonstrado que a redução da proteína bruta de rações suplementadas com aminoácidos industriais não altera o desempenho e nem as características de carcaça de frangos, além de reduzir a excreção de nitrogênio (DESCHEPPER & DE GROOTE, 1995; ROSTAGNO *et al.*, 1999; ALETOR *et al.*, 2000; FARIA FILHO, 2003; FARIA FILHO *et al.*, 2006). Contudo, os resultados positivos da aplicação do conceito de proteína ideal não são unanimidade. Vários autores (ALLERMAN & LECLERCQ, 1997; TEMIM *et al.*, 2000; SABINO *et al.*, 2004) têm relatado piora no desempenho, assim como baixo rendimento nos cortes dos frangos alimentados com rações contendo níveis reduzidos de proteína, mesmo quando mantidas constantes as relações entre os aminoácidos essenciais e o nível de lisina da ração. A divergência nos resultados proporcionados por rações em que se empregou a redução da proteína bruta e a suplementação de aminoácidos industriais sobre o desempenho de frangos de corte abre espaço para questionar se os níveis de lisina já determinados estão adequados às necessidades nutricionais dessas aves ou se as relações entre os demais aminoácidos e a lisina estão corretas.

Assim, nos capítulos 1 e 2 deste trabalho, objetivou-se determinar a exigência de lisina digestível para frangos de corte mantidos em galpão convencional, no período de 8 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, respectivamente, utilizando-se duas metodologias: rações com suplementação de aminoácidos industriais, e rações variando a proporção milho e farelo de soja. Nos capítulos 3 e 4, objetivou-se avaliar as relações dos aminoácidos Treonina, Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano digestíveis com a lisina digestível, na proteína ideal para frangos de corte, no período de 21 a 42 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade e de calor, respectivamente.

REVISÃO DE LITERATURA

Exigências de lisina, desempenho e características de carcaça de frangos de corte

A proteína da ração é o principal nutriente a ser convertido e depositado na carcaça como tecido muscular e influencia de forma direta a conversão alimentar, a qualidade da carcaça e o ganho de peso das aves (SUIDA, 2001). Entretanto, sabe-se que para um adequado desempenho é necessário que não apenas as exigências das aves por proteína sejam atendidas, mas principalmente as exigências por aminoácidos, os quais devem suprir a demanda para a expressão do potencial genético das aves para produção (LEESON, 1995; VALÉRIO *et al.*, 2003).

Dentre os aminoácidos constituintes da proteína, a lisina tem sido considerada o segundo aminoácido limitante para o crescimento e desenvolvimento de frangos de corte alimentados com rações formuladas à base de milho e farelo de soja. Apesar de participar de vários processos estruturais e metabólicos, a formação de proteína muscular constitui seu principal papel fisiológico no organismo das aves (KIDD *et al.*, 1997; COSTA *et al.*, 2001; SUÍDA, 2001; NASCIMENTO, 2004; AMARANTE JR. *et al.*, 2005; LANA *et al.*, 2005).

Considerando estas informações e o fato de que a determinação dos níveis de lisina nos alimentos é mais simples que a determinação dos níveis de aminoácidos sulfurados e de triptofano, a lisina tem sido utilizada como aminoácido referência e as exigências dos demais aminoácidos da dieta, portanto, têm sido expressas com base na exigência de lisina (BAKER & HAN, 1994; CELLA *et al.*, 2001). Entretanto, são diversos os fatores que podem influenciar as exigências em aminoácidos das aves, dentre eles: linhagem genética, idade, sexo, temperatura ambiente, níveis nutricionais, fontes de energia e proteína, desafios

imunológicos, além de fatores de manejo (BAKER & HAN, 1994; ROSTAGNO *et al.*, 1999; COSTA *et al.*, 2001; SUIDA, 2001; BORGES *et al.*, 2002; LEMME, 2005; ENTING *et al.*, 2005). Dessa forma, é grande o número de resultados conflitantes nos estudos avaliando os efeitos de níveis de lisina sobre as variáveis de desempenho e de carcaça de frangos de corte.

Em estudo realizado para avaliar as exigências de lisina digestível para frangos de corte da linhagem Ross, no período de 3 a 6 semanas de idade, Han e Baker (1994) encontraram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar para as aves que receberam níveis de 0,85 e 0,89% de lisina digestível, respectivamente. Já para o peso absoluto e para o rendimento de peito, os autores observaram que o nível de lisina estimado de 0,91% proporcionou os maiores valores.

Entretanto, Mendes *et al.* (1997) não observaram diferenças significativas nas variáveis de desempenho em resposta ao aumento dos níveis de lisina (1,0; 1,1 e 1,2%) na dieta de frangos corte da linhagem Ross, dos 21 aos 42 dias de idade, mantidos em diferentes ambientes (15,5; 21,1°C e ciclo quente diurno com variação entre 25,5 e 33,3°C). Embora estes autores não tenham verificado influência dos tratamentos sobre os rendimentos de carcaça e de peito nos ambientes termoneutro e quente, no ambiente frio (15,5°C) foi verificado melhora no rendimento de peito em função dos níveis crescentes de lisina.

Em estudo com frangos da linhagem Hubbard dos 22 aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo de 0,80 a 1,02% de lisina digestível, Conhalato *et al.* (1999) verificaram aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar quando o nível de lisina digestível da dieta aumentou até 0,94%. Mas não observaram influência dos níveis de lisina sobre os rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa.

Posteriormente, Martinez *et al.* (2002), avaliando três níveis de lisina digestível (90, 100 e 110% das recomendações de Rostagno *et al.* (2000)) para frangos de corte dos 8 aos 42 dias de idade mantidos em diferentes ambientes (frio, termoneutro e quente), não observaram diferenças no ganho de peso, no consumo de ração e na conversão alimentar das aves com o aumento dos níveis de lisina da dieta. Os rendimentos de carcaça, peito e pernas também não foram influenciados pelos níveis de lisina nos diferentes ambientes. Estes resultados corroboram os obtidos por Mendes *et al.* (1997) e sugerem que a temperatura ambiente não modifica as exigências de lisina e, além disso, que o ajuste dos níveis nutricionais da dieta pode ser uma alternativa para minimizar o efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de frangos de corte.

Trabalhando com frangos de corte da linhagem Avian Farms, no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente frio (15,6°C), Valerio *et al.* (2001a) avaliaram diferentes níveis de lisina digestível com base na relação de proteína ideal proposta por Parsons e Baker (1994). Observaram aumento no ganho de peso até o nível de lisina digestível, estimado em 0,989%, mas não encontraram efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar das aves. No entanto, quando trabalhando com dietas convencionais, Valerio *et al.* (2001b) observaram aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar das aves em resposta à lisina até os níveis de 0,934% e 0,918%, respectivamente.

De acordo com Lemme (2005), as respostas aos níveis de um aminoácido são dependentes do próximo aminoácido limitante, sendo que as linhagens modernas respondem a maiores níveis de aminoácidos quando o correto balanço aminoacídico é atingido. Este relato corrobora os estudos de Valerio *et al.* (2001a), que, ao considerarem o conceito de proteína ideal, obtiveram melhores resultados de desempenho quando o nível de lisina digestível foi superior àqueles encontrados por Valerio *et al.* (2001b), que não consideraram o balanço aminoacídico nas formulações para frangos mantidos em condições de frio (15,6°C).

Avaliando as respostas de frangos de corte a níveis crescentes de lisina em ambiente de 25,6°C sem considerar a relação de proteína ideal, Borges *et al.* (2002) observaram melhor ganho de peso e conversão alimentar nos níveis de 1,05 e 1,03% de lisina total, respectivamente. De forma similar, os melhores rendimentos de carcaça, peito, sobrecoxa e de pernas foram verificados nos níveis estimados de 0,96; 1,12; 1,02 e 1,06% de lisina total, respectivamente. Com base nestes resultados, os autores recomendaram o nível de 1,05% de lisina total na dieta para melhor desempenho de frangos de corte dos 22 aos 42 dias mantidos em ambiente quente (25,6°C).

Ao avaliarem o desempenho de frangos de corte mantidos em ambiente de 29,1°C e recebendo rações com níveis crescentes de lisina, mas mantendo as mesmas relações aminoacídicas, Valerio *et al.* (2003) observaram melhor ganho de peso e conversão alimentar nos níveis estimados de 1,015 e 1,022% de lisina digestível, respectivamente. Por outro lado, quando as relações aminoacídicas não foram consideradas, a conversão alimentar reduziu até o nível estimado de 0,92% de lisina digestível na ração. Todavia, o peso relativo de peito aumentou até os níveis de 1,015 e 1,075% de lisina digestível, respectivamente, quando se manteve ou não a relação aminoacídica. Os autores recomendaram no mínimo 0,955% de lisina digestível em rações convencionais e 1,022% em rações nas quais as relações

aminoacídicas foram mantidas, para obtenção de melhor desempenho de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade.

Em estudo semelhante, porém em temperatura próxima da faixa de conforto (23,8°C), Lana *et al.* (2005) recomendaram níveis de 1,015 e 1,075% de lisina digestível na dieta para que o máximo desempenho das aves seja alcançado nestas condições, considerando ou não o conceito de proteína ideal, respectivamente. Estes autores não observaram efeito dos tratamentos sobre os rendimentos dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito) quando não consideraram o conceito de proteína ideal. Contudo, observaram aumento no rendimento de cortes até o nível de 1,075% de lisina digestível na dieta, quando foram mantidas as relações aminoacídicas.

Da mesma forma, Takeara *et al.* (2005) avaliaram o efeito de diferentes níveis de lisina digestível sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte no período de 22 aos 36 dias de idade, mantendo as relações aminoacídicas preconizadas por Rostagno *et al.* (2000), e recomendaram 1,12% de lisina digestível na dieta para máximo desempenho das aves. Os pesos absolutos de carcaça, peito e coxa+sobrecoxa aumentaram com os tratamentos até o nível de 1,15% de lisina digestível na dieta.

Essa grande variação nas recomendações de exigências de lisina para frangos de corte em fase de crescimento encontrada na literatura pode ser considerada diretriz para a realização de novos estudos que possibilitem a obtenção de padrões nutricionais cada vez mais precisos.

Redução de proteína, desempenho e características de carcaça de frangos de corte

É sabido que a exigência nutricional das aves é por aminoácidos e não por proteína bruta (LEESON, 1995; NASCIMENTO, 2004). Segundo Rostagno (1999), o nível proteico das dietas de frango de corte pode ser reduzido e suplementado com aminoácidos essenciais industriais, sem influenciar o desempenho e a qualidade da carcaça das aves. Com a crescente produção e disponibilidade de aminoácidos industriais no mercado, tem sido mais frequente a prática de se incorporar este produto às dietas, possibilitando reduzir os teores de proteína bruta a níveis abaixo do recomendado (VALÉRIO *et al.*, 2003). Isto tem possibilitado a obtenção de dietas com níveis mais adequados de aminoácidos às exigências das aves, garantindo a mínima excreção de nitrogênio (BUTERI, 2001; CORZO *et al.*, 2005).

O nitrogênio excretado, assim como outros nutrientes eliminados pelos animais, apresenta um elevado potencial poluidor do meio ambiente. Este fato se agrava devido à

grande quantidade de dejetos gerados pela atividade de produção animal e tem se tornado uma questão primordial nos tempos atuais. Uma forma de reduzir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente consiste, todavia, na redução da carga de nutrientes excretados pelos animais (MENDONZA *et al.*, 2001; FARIA FILHO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2006).

A prática de se reduzir a proteína bruta da dieta – suplementando-a com aminoácidos essenciais, ajustando-os para fornecê-los em níveis adequados às exigências das aves para que não fiquem nem abaixo nem acima das suas exigências – constitui o princípio básico do conceito de proteína ideal (HAN & BAKER, 1994; KIDD *et al.*, 1997; MARTINEZ *et al.*, 2002). Contudo, o quanto a proteína bruta da ração pode ser reduzida e quais os reais efeitos desta prática sobre o desempenho de frangos de corte é uma questão ainda não bem elucidada. Além disso, estudos já realizados nesta linha de pesquisa têm apresentado resultados inconsistentes.

Segundo Faria Filho (2003), frangos de corte no período de 21 a 42 dias de idade, alimentados com dietas, contendo 17% de proteína bruta, formuladas no conceito de proteína ideal não têm comprometido seu desempenho quando mantidos em temperatura de 20 ou 25°C e apresentam os mesmos rendimentos de carcaça e de cortes independente da temperatura ambiente. Entretanto, quando em ambiente de 33°C, níveis proteicos de 17 e 18% proporcionam piora no ganho de peso e conversão alimentar das aves quando comparados ao nível de 20% de proteína.

Em estudo realizado para avaliar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis proteicos de 16,0 e 20,0%, suplementadas com aminoácidos industriais e mantidos em ambientes com temperaturas de 22 e 32°C, Allerman e Leclercq (1997) observaram redução na taxa de crescimento. Além disso, os autores notaram uma piora na conversão alimentar das aves mantidas no calor (32°C) e recebendo dietas com baixo teor proteico (16,0%) além de terem reduzidos os pesos absoluto e relativo do peito em comparação àquelas recebendo dieta com 20% de proteína bruta. Entretanto, no ambiente de 22°C, apesar de não terem observado influência dos tratamentos sobre o ganho de peso e os pesos absoluto e relativo do peito, a redução da proteína bruta da dieta proporcionou aumento no consumo de ração e piora na conversão alimentar das aves. Da mesma forma, Sabino *et al.* (2004) observaram redução no desempenho e piora no rendimento de carcaça de frangos de corte quando os níveis de PB da dieta foram reduzidos (15,0; 17,0; 19,0; 21,0 e 23,0).

Temim *et al.* (2000), avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas com diferentes teores proteicos (10,0; 15,0; 20,0; 28,0 e 33,0%), mantidos em dois

ambientes com temperaturas de 22 e 32°C, no período de 4 a 6 semanas de idade, e verificaram o melhor desempenho nas aves alimentadas com rações contendo níveis de 28,0 e 33,0% de proteína bruta, independente da temperatura ambiente. Similarmente, Gonzalez-Esquerria e Lesson (2005), ao avaliarem o desempenho de frangos de corte recebendo dietas com 18,0; 20,0; 23,0 e 26,0% de proteína bruta sendo mantidos em ambientes com temperaturas constantes (20,3; 27,3 e 31,4°C), observaram piora na conversão alimentar com a redução dos níveis proteicos da dieta em cada ambiente térmico avaliado.

Por sua vez, Costa *et al.* (2001) não encontraram diferença no ganho de peso de frangos de corte em função da redução da proteína bruta da dieta (17,50; 18,00; 18,50; 19,00 e 19,50%) com suplementação de aminoácidos industriais e formuladas para atender as exigências das aves, mas observaram relação inversa entre os níveis de proteína bruta e o consumo de dieta, além de piora na conversão alimentar e redução no rendimento de peito das aves à medida que se reduziu o nível de proteína bruta. De acordo com Leeson (1995) e Bartov e Plavinik (1998), o rendimento de peito aumenta conforme as aves aumentam a ingestão de proteína. No entanto, Oliveira *et al.* (2010) não encontraram variação nas características de desempenho e cortes nobres quando avaliaram o efeito de diferentes níveis de redução da proteína bruta da ração (21,6; 20,6; 19,6; 18,6 ou 17,6%) de frangos suplementados com aminoácidos essenciais e submetidos ao estresse por calor (32°C).

A falta de coerência entre os resultados encontrados na literatura pode estar relacionada a diferenças na composição das dietas experimentais, na especificidade dos aminoácidos suplementados, ao ambiente térmico, assim como pode estar relacionada às linhagens genéticas utilizadas nos estudos (KERR & KIDD, 1999; SWENNEN *et al.*, 2006; INDARSIH, 2009; GHAHRI *et al.*, 2010). Trabalhando com três diferentes linhagens de frangos de corte no calor (32°C), Cahaner *et al.* (1995) verificaram que a influência da redução do nível de PB da ração sobre o peso absoluto do peito dos frangos variou entre as linhagens estudadas. A variação entre linhagens comerciais de frangos de corte também foi relatada por Indarsih (2009) ao estudar o efeito de diferentes níveis de proteína bruta e lisina na alimentação das aves, ratificando a influência da genética sobre as respostas das aves à variação nutricional da ração.

Tendo em vista a divergência dos resultados de pesquisas encontrados na literatura, a realização de mais estudos sobre os efeitos da redução da proteína bruta sobre o desempenho de frangos de cortes torna-se necessária, a fim de melhor elucidar a questão.

Efeito do teor de proteína da ração sobre a excreção de nitrogênio

É notável a crescente preocupação mundial nas últimas décadas no que diz respeito à poluição ambiental causada pela produção animal. Tal produção tem gerado grande quantidade de dejetos, os quais têm como destino final o meio ambiente. Mais precisamente, o excesso de nutrientes presentes nas excretas dos animais tem sido apontado como o principal fator de degradação ambiental não só por causar toxidez aos solos e lençóis freáticos, mas também por estarem prontamente disponíveis à utilização por micro-organismos danosos à saúde animal e aos ecossistemas naturais (ALETOR *et al.*, 2000; MENDONZA *et al.*, 2001; FARIA FILHO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2006).

Uma forma de reduzir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente é diminuir a quantidade de nutrientes excretados pelos animais. É sabido que o excesso de aminoácidos da ração das aves é metabolizado em ácido úrico e pode afetar a quantidade de nitrogênio excretada no meio ambiente. Nesse contexto, a utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações para aves, fornecendo quantidades adequadas de aminoácidos com concomitante redução do excesso de proteína bruta da dieta, pode ser vista como uma alternativa para se reduzir a quantidade de nitrogênio excretada por esses animais (ALETOR *et al.*, 2000; SILVA *et al.* 2006; SILVA *et al.*, 2010). De acordo com Patterson e Adrizal (2005), apenas 51,1% do nitrogênio ingerido pelas aves fica retido na carcaça enquanto que, do total excretado, 30,6% fica retido na cama e 18,3% se volatilizam na forma de amônia.

Ao avaliar os efeitos de dois níveis de PB (21,0 e 18,0%) em rações de frangos de corte suplementadas com aminoácidos industriais, sobre a excreção de nitrogênio, Blair *et al.* (1999) verificaram uma redução de até 27% na excreção diária de deste elemento, quando o teor de PB da ração foi reduzido de 21% para 18%. De forma semelhante, Faria Filho *et al.* (2006) também verificaram redução na excreção de nitrogênio nos frangos alimentados com rações contendo baixos níveis de PB (18,5 e 17,0%) e suplementadas com aminoácidos industriais para aves mantidas em ambientes com temperatura de 20 ou 25°C.

Em estudo realizado para avaliar os efeitos da redução do teor de PB da ração de frangos de corte (22,5; 21,0; 19,0; 17,2 e 15,3%), suplementadas com aminoácidos essenciais para atender as exigências das aves no período de 21 a 42 dias de idade, Aletor *et al.* (2000) obtiveram redução de até 41% no teor de nitrogênio excretado por aves que receberam ração com baixo teor de PB (15,3%), em comparação àquelas que receberam ração com 22,5% de PB. A redução na excreção de nitrogênio também foi observada por Kamran *et al.* (2010) em

experimentos com frangos no período de 01 a 35 dias de idade alimentados com rações contendo diferentes níveis de redução de PB e suplementadas com aminoácidos industriais. Resultados semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2010) ao avaliarem os efeitos da redução de PB da ração de galinhas poedeiras suplementadas com aminoácidos sobre a excreção de nitrogênio dessas aves.

Entretanto, apesar do efeito benéfico ambiental da redução na excreção de nitrogênio por meio da redução do teor de PB da ração com concomitante ajuste das relações aminoacídicas às necessidades das aves, diversos trabalhos trazem resultados contraditórios quanto aos efeitos benéficos dessa prática sobre o desempenho e sobre as características de carcaça das aves (ALLERMAN & LECLERCQ, 1997; FERGUSON *et al.*, 1998; TEMIM *et al.*, 2000; ALETOR *et al.*, 2000; SABINO *et al.*, 2004, FARIA FILHO *et al.*, 2006; KAHAJALI *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008). Este fato justifica a busca por mais informações que resultem em métodos de formulação de rações que favoreçam o meio ambiente e, simultaneamente, não prejudiquem o desempenho das aves.

Efeito da suplementação de glicina e de ácido glutâmico em rações com baixo teor de proteína bruta, sobre o desempenho de frangos de corte

A suplementação de rações de aves com aminoácidos industriais pode melhorar o equilíbrio geral de aminoácidos e permitir a redução do nível de proteína bruta da ração. Tem sido demonstrado que a adição de lisina e metionina às rações de frangos de corte possibilita reduzir com sucesso o nível de proteína bruta de rações até certo ponto sem afetar negativamente o desempenho de frangos de corte (AFTAB *et al.*, 2006). Ao formular rações com baixa proteína, o equilíbrio entre os aminoácidos essenciais é considerado de grande importância, uma vez que a redução do teor de proteína da ração só pode ser eficaz quando os requerimentos de aminoácidos essenciais das aves são atendidos.

No entanto, tem sido observada redução no desempenho quando se faz grandes reduções no teor de proteína, mesmo quando todas as exigências conhecidas de aminoácidos essenciais são atendidas (BREGENDAHL *et al.*, 2002; SI *et al.*, 2004; JIANG *et al.*, 2005). Este fato indica que rações com baixo teor de PB fornecem quantidades insuficientes de precursores necessários à síntese de aminoácidos não essenciais, tornando-os limitantes do desempenho dos frangos de corte (D'MELLO, 2003; CORZO *et al.*, 2004; JIANG *et al.*, 2005; DEAN *et al.*, 2006). Han e Baker (1994) relataram que o nitrogênio amino (necessário

para a síntese de aminoácidos não essenciais) pode ser o fator limitante em dietas de baixa proteína, apontando a suplementação com aminoácidos não essenciais (glicina e ácido glutâmico) como alternativa para a melhoria do desempenho.

Em estudo para verificar a influência da suplementação de glicina em dietas de frangos de corte com diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho das aves, Waldroup *et al.* (2005) relataram que a adição de 0,2 ou 0,4% de glicina nas dietas com menores teores de proteína (16 e 18% PB e 0,62 e 0,78% de glicina, respectivamente) melhorou o desempenho das aves, enquanto em dietas com maiores teores de proteína (20, 22 e 24%) não houve resposta da adição de glicina. Os autores sugerem que as exigências em glicina para frangos de corte do NRC (1994) são inadequadas para dietas com baixos níveis de proteína bruta.

De forma semelhante, Namround *et al.* (2008), avaliando diferentes rações com reduções gradativas no teor de PB (de 23,0 até 19,0%) suplementadas para garantir o fornecimento adequado de aminoácidos essenciais (NRC, 1994), para frangos dos 10 aos 28 dias de idade, não foram encontrados efeitos sobre o desempenho das aves. Entretanto, quando o teor de PB foi reduzido até 17,0%, estes pesquisadores observaram piora no desempenho. No entanto, a suplementação com glicina e ácido glutâmico à ração com 17% de PB amenizou os efeitos negativos da redução da PB. De acordo com Namround *et al.* (2008; 2010), a deficiência de glicina pode ser uma das causas do aumento no nível sérico de amônia, ocasionando a redução do apetite em aves que receberam a ração com o nível mais baixo de proteína bruta, o que pode refletir de forma direta no desempenho das aves.

Em estudos realizados por Dean *et al.* (2006), com pintos de corte de 0 a 18 dias de idade, foi observado que rações contendo 16,2% de PB, mesmo quando suplementadas com aminoácidos industriais para atender às exigências dessa categoria, proporcionaram menor GP em comparação à ração contendo o nível de PB recomendado (22,2%). Entretanto, quando adicionada apenas glicina à ração contendo 16,2% de PB, esses autores observaram ganho de peso similar ao obtido com a ração convencional (22,2% de PB).

Por sua vez, Aletor *et al.* (2000), avaliando os efeitos da redução do nível de PB da ração (22,5; 21,0; 19,0; 17,0 e 15,3%) suplementada com aminoácidos essenciais para manter as relações aminoacídicas de acordo com o NRC (1994), sobre frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, observaram aumento no CR para os níveis mais baixos de PB. Todavia, quando adicionaram aminoácidos não essenciais à ração (alanina, ácido aspártico e ácido glutâmico), estes pesquisadores observaram que o CR apresentou valores mais aproximados ao apresentado pela ração contendo 22,5% de PB. Segundo estes pesquisadores, é possível que a

redução na quantidade da principal fonte proteica (farelo de soja) da ração de frangos de corte cause deficiência de aminoácidos não essenciais na ração. A melhora no desempenho dos frangos de corte alimentados com rações suplementadas com aminoácidos não essenciais pode ser devido ao melhor ajuste no consumo de ração observado nas aves, resultando em desempenho comparável ao observado nos grupos de aves alimentadas com rações contendo teores mais elevados de proteína bruta (ALETOR *et al.*, 2000; NAMROUND *et al.*, 2008).

Apesar de o desempenho responder de forma positiva à suplementação de aminoácidos não essenciais nas rações com baixo teor de proteína bruta, tem sido observado que essa suplementação proporciona resultado pouco favorável sobre o rendimento de carcaça e de cortes nobres. Kerr e Kidd (1999) constataram que a redução na PB da ração de frangos (19,0; 17,0; 15,0 e 13,0%) resultou em menor rendimento de carcaça e cortes, independentemente da suplementação com ácido glutâmico. Por sua vez, Costa *et al.* (2009) não encontraram variação no rendimento de carcaça e diferentes cortes nobres ao avaliar os efeitos da redução de PB (19,5; 18,5; 17,5 e 16,5%) da ração de frangos de corte de 22 aos 40 dias de idade, suplementados com aminoácidos industriais para atender as exigências de e três níveis de glutamato para obterem diferentes relações entre aminoácidos essenciais e não essenciais (49:51, 46:54, 44:56 e 41:59). De forma semelhante, Aletor *et al.* (2000) não observaram influência da suplementação com ácido glutâmico em rações com diferentes níveis de PB sobre os rendimentos de coxa e de sobrecoxa.

Entretanto, tem sido observada uma redução no teor de gordura abdominal e da carcaça como um todo; isso ocorre quando os frangos de corte recebem ração com baixo teor de proteína bruta, mas suplementadas com os aminoácidos não essenciais glicina e ácido glutâmico.

Diversos pesquisadores têm relatado que aves alimentadas com rações contendo teores reduzidos de proteína bruta apresentam aumento do teor de gordura na carcaça e da gordura abdominal (FARIA FILHO, 2003; REZAEI *et al.*, 2004; DAGHIR, 2009; TUMOVA & TEIMOURI, 2010; CORZO *et al.*, 2011) evidenciando o efeito lipogênico da ração formulada pelo conceito de proteína ideal, que tem como característica baixo teor de PB, como relatado por Rosebrough *et al.* (2007; 2011). No entanto, em estudos conduzidos por Namraund *et al.* (2008; 2010), foi observado decréscimo na deposição de gordura abdominal devido à suplementação de Gli e Glu à ração com baixa proteína bruta. Parece haver efeito estimulante da glicina sobre o metabolismo oxidativo de lipídeos (HAFIDI *et al.*, 2004), contribuindo, assim, com a redução no teor de gordura da carcaça das aves.

Embora os frangos de corte na fase de crescimento sejam capazes de produzir sua própria glicina e ácido glutâmico (D'MELLO, 2003), situações de estresse infeccioso ou não infeccioso, que exijam maior uso destes aminoácidos para síntese de biomoléculas, podem reduzir suas concentrações plasmáticas tornando-os condicionalmente indispensáveis, sendo necessária uma fonte exógena para suprir a demanda condicional (NEWSHOLME *et al.*, 1989; CORZO *et al.*, 2005; DEAN *et al.*, 2006; MELENDEZ-HEVIA *et al.*, 2009).

LITERATURA CONSULTADA

- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALBINO, L.F.T.A.; SILVA, S.H.M.; VARGAS, J.G. *et al.* Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. *et al.* Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies nutrient utilization. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effects of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p.607-610, 1997.
- AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina + cistina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1188-1194, 2005.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BARTOV, I.; PLAVNIK, I. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. **Poultry Science**, v.77, p.680-688, 1998.
- BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S. *et al.* A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, v.8, p.25-47, 1999.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1993-2002, 2002.
- BREGENDAHL, K.; SELL, J.L.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of low protein diets on growth performance and body composition of broiler chickens. **Poultry Science**, v.81, p.1156-1167, 2002.

- BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.24, p.711-714, 1981.
- BUTERI, D.E. **Níveis nutricionais de lisina digestível no desempenho produtivo e econômico de frangos de corte**. 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- CAHANER, A.; PINCHASOV, Y.; NIR, I. Effect of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield and abdominal fat deposition, of broiler stock differing in growth rate and fatness. **Poultry Science**, v.74, p.968-975, 1995.
- CELLA, P.S., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M. *et al.* Planos de nutrição para frangos de corte no período de 1 a 49 dias de idade mantidos em condições de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.425-432, 2001.
- COBB. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. S.I.: s.n., 2005, 58p.
- CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.98-104, 1999.
- CORZO, A.; FRITTS, C.A.; KIDD, M.T. *et al.* Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, p.319-327, 2005.
- CORZO, A.; LOAR I.I., R.E.; KIDD, M.T. *et al.* Dietary protein effects on growth performance, carcass traits and expression of selected jejunal peptide and amino acid transporters in broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.13, p.139-146. 2011.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.; NOGUEIRA, E.T. *et al.* Effects of crude protein levels and essential amino acids: nonessential amino acids ratio on broiler carcasses. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 98., 2009, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: Poultry Science, 2009. (CD-ROM).
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1490-497, 2001.
- D'MELLO, J.P.F. Responses of growing poultry to amino acids. In: D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in animal nutrition**. 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 237-264 p.
- DAGHIR, N.J. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. **Lohmann information**, v.44, p.6-15, 2009.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.85, p.288-296, 2006.
- DESCHEPPER, K.; DE GROOTE, G. Effect of dietary protein, essential and nonessential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.36, p.229-245, 1995.

- ENTING, H.; VELDMAN, B.; POS, J. *et al.* Factors that influence nutritional requirements of poultry. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2005. p.97-116.
- FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente.** 2003. 93 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. *et al.* Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.101-106, 2006.
- FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L.; *et al.* The effect of dietary protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v.77, p.1481-1486, 1998.
- GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Criação de frangos de cortes. **Informe Técnico**. Viçosa, MG. Ano 17, n.78. 1996. 18p.
- GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LESSON, S. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. **Poultry Science**, v.84, p.1562-1569, 2005.
- HAFIDI, M.E.; PÉREZ, I.; ZAMORA, J. *et al.* Glycine intake decreases plasma free fatty acids, adipose cell size, and blood pressure in sucrose-fed rats. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.287, p.1387-1393, 2004.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks post hatching. **Poultry Science**. v.73, p.1739 -1745, 1994.
- JIANG, Q.; WALDROUP, P.W.; FRITTS, C.A. Improving the utilization of diets low in crude protein for broiler chicken 1. Evaluation of special amino acid supplementation to diets low in crude protein. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.115-122, 2005.
- KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; MAHR-UN-NISA *et al.* Effect of Low Levels of Dietary Crude Protein with Constant Metabolizable Energy on Nitrogen Excretion, Litter Composition and Blood Parameters of Broilers. **International Journal Of Agriculture & Biology**, v.12, p.401-405, 2010.
- KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.298-309, 1999.
- KHAJALI, F.; MOGHADDAM, H.N. Methionine supplementation of low-protein broiler diets: Influence upon growth performance and efficiency of protein utilization. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p. 569-573, 2006.
- KIDD, M.T.; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, v.76, p.608-614, 1997.
- LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et a.* Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1624-1632, 2005.

- LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p.111-118.
- LEMME, A. Optimum dietary amino acid level for broiler chicken. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2005. p.117-144.
- MARTINEZ, K.L.A.; PEZZATO, A.C.; GONÇALVES, J.C. *et al.* Níveis de lisina em rações formuladas a partir de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte submetidos a diferentes temperaturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- MELÉNDEZ-HEVIA, E.; PAZ-LUGO, P.; CORNISH-BOWDEN, A. *et al.* A weak link in metabolism: the metabolic capacity for glycine biosynthesis does not satisfy the need for collagen synthesis. **Journal of Bioscience**, v.34, p.1-20, 2009.
- MENDES, A.A.; WATKINS, S.E.; ENGLAND, J.A.; *et al.* Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, p.472-481, 1997.
- MENDONZA, M.O.B.; COSTA, P.T.C.; KATZER, L.H. *et al.* Desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelo conceito de proteína bruta *versus* proteína ideal. **Ciência Rural**, v.31, p.111-115, 2001.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. **Poultry Science**, v.87, p.2250-2258, 2008.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. *et al.* Effects of glycine and glutamic acid supplementation to low protein diets on performance, thyroid function and fat deposition in chickens. **South African Journal of Animal Science**, v.40, p.238-244, 2010.
- NASCIMENTO, A. Exigências de aminoácidos essenciais para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2004. p.103-116.
- NEWSHOLME, P.; PROCOPIO, J.; LIMA, M.M.R. *et al.* Glutamine and glutamate – their central role in cell metabolism and function. **Cell Biochemistry and Function**, v.21, p.1-9, 2003.
- OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1092-1098, 2010.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and usage of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 1994. p.119-128.
- PATTERSON, P.H.; ADRIZAL, A. Management strategies to reduce air emissions: emphasis – dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.638-650, 2005.
- REZAEI, M.; MOGHADDAM, H.N.; REZA, J.P. *et al.* The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and excretion. **International Journal of Poultry Science**, v.3 p.148-152, 2004.

- ROSEBROUGH, R.W.; RUSSELL, B.A.; POCH, S.M. *et al.* Expression of lipogenic enzymes in chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology -Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.147, p.215-222, 2007.
- ROSEBROUGH, R.W.; RUSSELL, B.A.; RICHARDS, M.P. Further studies on short term adaptations in the expression of lipogenic genes in broilers. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.159, p.1-6, 2011.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p.65-83.
- SABINO, H.F.N.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. *et al.* Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.407-412, 2004.
- SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J. *et al.* Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.46-50, 2004.
- SILVA, M.F.R.; FARIA, D.E.; RIZZOLI, P.W. *et al.* Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1280-1285, 2010.
- SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. *et al.* Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.840-848, 2006.
- SIQUEIRA, J.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2054-2062, 2007.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: Proteína ideal, energia líquida e modelagem, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. p.27-43.
- SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; COLLIN, A. *et al.* Diet-induced thermogenesis and glucose oxidation in broiler chickens: influence of genotype and diet composition. **Poultry Science**, v.85, p.731-742, 2006.
- TAKEARA, P.; TRINDADE NETO, M.A.; TOLEDO, A.L. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 22 – 36 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2005, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2005. p.76.

- TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMMIN, S. *et al.* Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens. **Poultry Science**, v.78, p.312-317, 2000.
- TUMOVA, E.; TEIMOURI, A. Fat Deposition in the broiler chicken: a review. **Scientia Agriculturae Bohemica**, v.41, p.121-128, 2010.
- VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível mantendo a relação entre lisina e demais aminoácidos essenciais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos sob condições de frio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001 Piacicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001a. (CD-ROM).
- VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos sob condições de frio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001 Piacicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001b. (CD-ROM).
- VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.372-382, 2003.
- WALDROUP, P.W.; JIANG, Q.; FRITTS, C.A. Effects of Supplementing Broiler Diets Low in Crude Protein with Essential and Nonessential Amino Acids. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.425-431, 2005.

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 8 AOS 21 DIAS DE IDADE

Resumo – Este estudo foi realizado para avaliar o efeito de níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com aminoácidos industriais no desempenho e na deposição de proteína e de gordura na carcaça de frangos de corte na fase inicial. Foram utilizados 1.440 frangos, com peso inicial médio de 168,1g, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 [cinco níveis de lisina digestível: 1,00; 1,10; 1,20; 1,30 e 1,40% e dois tipos de ração: variando a proporção de milho e de farelo de soja (M+FS) e ração suplementada com aminoácidos industriais (PB+AA)], oito repetições e 18 aves por repetição. Foi observado efeito da interação apenas no ganho de peso (GP) e na deposição de gordura (DG) das aves. Os níveis de lisina reduziram de forma linear o consumo de ração em ambas as rações, mas proporcionaram aumento linear no consumo de lisina. Os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram de forma quadrática o GP e a conversão alimentar (CA), que melhoraram até os níveis estimados de 1,30 e 1,40% de lisina, respectivamente. Na ração PB+AA, o GP aumentou e a CA melhorou de forma linear com os níveis de lisina. Independente do tipo de ração, a deposição de proteína aumentou enquanto a de gordura reduziu de forma linear com o aumento dos níveis de lisina das rações. A ração M+FS proporcionou menor deposição de gordura em relação à ração PB+AA. Conclui-se que os níveis de 1,30 e 1,40% de lisina digestível proporcionaram, respectivamente, melhor desempenho nas aves que receberam as rações M+FS e PB+AA, no período de 8 a 21 dias de idade.

Palavras-chave: aminoácidos industriais, desempenho, proteína bruta, proteína ideal

LYSINE LEVELS IN DIETS FOR BROILERS FROM 8 TO 21 DAYS OF AGE

Abstract – This study was carried out in order to evaluate the levels of digestible lysine in diets with or without supplementation of industrial amino acids on performance and deposition of protein and fat in the carcass of broilers at the starter phase. Fourteen hundred and forty broilers, with average initial weight 168.1g initial weight were distributed in a completely randomized design, in a 5×2 factorial arrangement [five levels of digestible lysine: 100, 110, 120, 130 and 140% and two diets: diet with different corn and soybean meal ratios (C+SM) and diet supplemented with industrial amino acids (CP+AA)], eight replicates and 18 birds per replicate. Interaction effect was observed only on weight gain (WG) and fat deposition of birds. Lysine levels reduced feed intake linearly in both diets. The lysine levels of the C+SM diet affected WG and feed:conversion ratio (FC) quadratically; they improved up to the estimate levels of 1.30 and 1.40% lysine, respectively. In the CP+AA diet, lysine levels increased WG and improved FC linearly. Regardless of the type of diet, the protein deposition increased linearly, whereas fat deposition reduced linearly with increase in the lysine levels of the diets. The C+SM diet promoted smaller fat deposition in relation to the CP+AA diet. Levels of 130 and 140% digestible lysine provided, respectively, better performance for birds which received diets with corn+soybean meal and those with amino acids, in the period ranging from 8 to 21 days of age.

Key Words: crude protein, digestible amino acids, ideal protein, performance

Introdução

Os frangos de corte apresentam potencial genético para rápido crescimento e elevada deposição de carne na carcaça. E, para garantir índices de produção satisfatórios, pesquisas têm sido realizadas para desenvolver rações cada vez mais adequadas ao atendimento das exigências nutricionais dessas aves.

A proteína da ração é considerada o principal nutriente a ser convertido e depositado na carcaça como tecido muscular (SUIDA, 2001). De forma mais precisa, entende-se que a exigência nutricional das aves é principalmente por aminoácidos e não simplesmente pela proteína bruta (NASCIMENTO, 2004), o que torna imprescindível a correta determinação das exigências de aminoácidos dos frangos para que se produzam rações que possibilitem as aves expressarem seu máximo potencial genético para produção. Uma vez que o balanço exato de aminoácidos, capaz de atender sem excesso ou déficit as exigências de todos os aminoácidos essenciais, tem sido expresso como porcentagem da lisina (BAKER *et al.*, 1994). A determinação imprecisa da exigência de lisina ocasionaria um desequilíbrio de aminoácidos na ração, resultando na redução do desempenho das aves.

O método utilizado para a determinação da exigência de lisina, por sua vez, emprega a redução da proteína bruta da ração, suplementando-a com aminoácidos essenciais para que estes não fiquem abaixo das exigências das aves (ROSTAGNO *et al.*, 1999). Embora possibilite reduzir a carga de aminoácidos das rações, permitindo ajustes mais precisos dos níveis de aminoácidos (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2009), essa prática tem proporcionado resultados controversos no desempenho de frangos, demonstrando que o entendimento dessa prática ainda não é pleno. Se por um lado pesquisas têm demonstrado que a redução da proteína bruta das rações suplementadas com aminoácidos essenciais não altera o desempenho e nem as características de carcaça de frangos, por outro lado a piora no desempenho, na qualidade da carcaça e o baixo rendimento nos cortes dos frangos alimentados com rações formuladas por esse método têm sido relatado por vários pesquisadores (ALETOR *et al.*, 2000; AFTAB *et al.*, 2006; ASSIS *et al.*, 2008; NAMROUND *et al.*, 2008).

Assim, este estudo foi conduzido para determinar a exigência de lisina digestível para frangos de corte de 8 aos 21 dias de idade, utilizando-se duas metodologias: rações com suplementação de aminoácidos industriais e rações variando a proporção milho e farelo de soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Foram utilizados 1.440 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, com 8 dias de idade e peso inicial médio de 168,1g. As aves foram vacinadas contra as doenças de Marek e Bouda aviária. Durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade), os pintos foram alojados em grupos de 18 aves em boxes de 2m² (2,0 x 1,0m), em galpão convencional, e receberam ração formulada para satisfazer suas exigências nutricionais, conforme preconizado por Rostagno *et al.* (2005), sendo manejadas de acordo com o manual da linhagem (COBB, 2005).

No 8º dia de idade, os pintinhos foram pesados e distribuídos nos boxes em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 (cinco níveis de lisina e dois métodos de formulação de ração), com oito repetições e 18 aves por repetição. Todos os boxes foram providos de cama, um comedouro tubular e um bebedouro do tipo *nipple*.

As aves receberam as rações experimentais (Tabelas 1 e 2) formuladas para conterem: 1,00; 1,10; 1,20; 1,30 e 1,40% de lisina digestível, com 3.050 kcal de EM. Os níveis de lisina foram obtidos de duas formas: 1- variando a proporção de milho e farelo de soja; e 2- mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja, suplementadas com L-lisina HCl. Os demais aminoácidos essenciais foram suplementados à medida que suas relações com a lisina digestível ficaram abaixo daquelas preconizadas na proteína ideal por Rostagno *et al.* (2005). As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade.

As condições ambientais no interior do galpão foram registradas diariamente por meio de conjunto de termômetros mantidos no centro do galpão à altura do corpo das aves. As temperaturas máxima e mínima foram registradas às 7h30 e as temperaturas de termômetros de bulbo seco, de bulbo úmido e de globo negro foram registradas cinco vezes ao dia (às 7h30, 10h00, 12h30, 15h00 e 17h30). Os dados coletados foram posteriormente convertidos em ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade), para caracterizar o ambiente, conforme proposto por Buffington *et al.* (1981).

O programa de luz adotado durante o período experimental foi o contínuo (24 horas de luz), sendo o período de iluminação artificial obtido por meio de lâmpadas incandescentes de 100 *watts* distribuídas uniformemente sobre os boxes, ao longo do galpão experimental.

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
Milho	58,384	53,620	48,400	43,188	37,975
Farelo de soja	34,370	37,720	43,075	47,425	51,775
Óleo vegetal	3,065	3,918	4,772	5,623	6,476
Fosfato bicálcico	1,838	1,819	1,800	1,780	1,760
Calcário calcítico	0,908	0,897	0,886	0,876	0,865
Sal comum	0,502	0,503	0,503	0,503	0,503
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Antibiótico ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-metionina (99%)	0,138	0,178	0,219	0,260	0,300
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	20,52	22,08	23,65	25,21	26,78
Energia metab. (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Lisina digestível (%)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
Metionina+cistina dig. (%)	0,711	0,781	0,853	0,924	0,994
Treonina digestível (%)	0,698	0,753	0,807	0,861	0,915
Triptofano digestível (%)	0,228	0,249	0,270	0,291	0,313
Valina digestível (%)	0,869	0,935	1,001	1,066	1,132
Isoleucina digestível (%)	0,813	0,883	0,953	1,023	1,093
Arginina digestível (%)	1,312	1,432	1,553	1,673	1,794
Fenilalanina+tirosina dig. (%)	1,601	1,724	1,847	1,970	2,093
Sódio (%)	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Cálcio (%)	0,899	0,899	0,899	0,899	0,899
Fósforo disponível (%)	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449

¹ Conteúdo/kg: vit. A, 15.000.000 UI ; vit. D3, 1.500.000 UI ; vit. E, 15.000 UI; vit. B1, 2 g; vit. B2, 4 g; vit. B6, 3 g; vit. B12, 0,015 g ; ácido nicotínico, 25 g; ácido pantotênico, 10 g; vit. K, 3 g; ácido fólico, 1 g; bacitracina de zinco, 10 g; selênio, 250 mg; antioxidante BHT, 10 g; e veículo q.s.p., 1.000 g.

² Conteúdo/kg: manganês, 80 g; ferro, 80 g; zinco, 50 g; cobre, 10 g; cobalto, 2 g; iodo, 1 g; e veículo q.s.p., 1.000 g.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cloreto de colina 60%.

⁶ Avilamicina 10%.

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso (GP). O consumo de ração (CR) foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecido e as sobras de ração dos comedouros. Com base no CR e no GP, foi calculada a conversão alimentar (CA).

Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
Milho	55,200	55,200	55,200	55,200	55,200
Farelo de soja	34,670	34,670	34,670	34,670	34,670
Óleo vegetal	4,383	4,383	4,383	4,383	4,383
Fosfato bicálcico	1,851	1,851	1,851	1,851	1,851
Calcário	0,901	0,901	0,901	0,901	0,901
Sal comum	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Antibiótico ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-metionina (99%)	0,146	0,219	0,291	0,364	0,436
Caulim	2,000	1,773	1,381	0,775	0,070
L-lisina HCL (78,5%)	---	0,130	0,259	0,388	0,517
L- treonina (98,5%)	---	0,024	0,096	0,168	0,240
L- valina (99%)	---	---	0,039	0,115	0,192
L- isoleucina (99%)	---	---	---	0,037	0,103
L- arginina (99%)	---	---	---	0,061	0,173
L-fenilalanina (99%)	---	---	---	---	0,022
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	20,36	20,54	20,88	21,49	22,22
Energia metab. (kcal/kg)	3.050	3.060	3.071	3.084	3.099
Lisina digestível (%)	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
Metionina+cistina dig. (%)	0,710	0,782	0,852	0,924	0,994
Treonina digestível (%)	0,693	0,715	0,780	0,846	0,911
Triptofano digestível (%)	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Valina digestível (%)	0,862	0,882	0,901	0,975	1,051
Isoleucina digestível (%)	0,809	0,809	0,809	0,846	0,911
Arginina digestível (%)	1,308	1,308	1,308	1,365	1,469
Fenilalanina+tirosina dig. (%)	1,589	1,589	1,589	1,589	1,611
Sódio (%)	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Cálcio (%)	0,899	0,899	0,899	0,899	0,899
Fósforo Disponível (%)	0,449	0,449	0,449	0,449	0,449

¹ Conteúdo/kg: vit. A, 15.000.000 UI ; vit. D3, 1.500.000 UI ; vit. E, 15.000 UI; vit. B1, 2 g; vit. B2, 4 g; vit. B6, 3 g; vit. B12, 0,015 g ; ácido nicotínico, 25 g; ácido pantotênico, 10 g; vit. K, 3 g; ácido fólico, 1 g; bacitracina de zinco, 10 g; selênio, 250 mg; antioxidante BHT, 10 g; e veículo q.s.p., 1.000 g.

² Conteúdo/kg: manganês, 80 g; ferro, 80 g; zinco, 50 g; cobre, 10 g; cobalto, 2 g; iodo, 1 g; e veículo q.s.p., 1.000 g.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cloreto de colina 60%.

⁶ Avilamicina 10%.

Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD), matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais

(%)	Milho		Farelo de Soja	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Lisina	0,203	0,184	2,973	2,696
Metionina+cistina	0,282	0,256	1,365	1,237
Treonina	0,248	0,215	2,028	1,757
Isoleucina	0,221	0,197	2,262	2,020
Arginina	0,323	0,302	3,636	3,395
Valina	0,317	0,284	2,315	2,072
Triptofano	0,070	0,064	0,640	0,581
Leucina	0,750	0,680	3,788	3,435
Fenilalanina	0,279	0,253	2,519	2,282
Histidina	0,201	0,183	1,299	1,180
Matéria Seca	91,530		92,870	
Proteína Bruta	7,080		47,640	

¹Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Ajinomoto do Brasil.

²Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

Ao completar 21 dias de idade, duas aves de cada unidade experimental com peso mais próximo da média da repetição (10% acima ou abaixo da média) foram colocadas em jejum alimentar de 12 horas. Após esse período, as aves foram penduradas em nória, dessensibilizadas por meio de eletronarcose e abatidas manualmente com um corte no pescoço (jugular). As aves abatidas foram conduzidas ao tanque de escaldagem (temperatura $\pm 60^{\circ}\text{C}$) e, em seguida, submetidas aos processos de depenagem e evisceração manual. As carcaças inteiras, incluindo pés e cabeça, sem as penas, as vísceras e o sangue, foram moídas por duas vezes consecutivas em picador de carne industrial, com capacidade de produção de 700 kg/h, utilizando-se disco com furos de cinco milímetros para obtenção de amostras para determinação da deposição de gordura e de proteína na carcaça.

Um grupo adicional de 40 aves, com 8 dias de idade, foi abatido para determinação da composição corporal das aves no início do experimento.

As amostras das carcaças foram inicialmente pré-secas em estufa com ventilação forçada a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas. Posteriormente, em razão do alto teor de gordura, foi realizado pré-desengorduramento, pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo *soxhlet*, durante 4 horas. Após essa etapa, as amostras foram moídas e submetidas a análises laboratoriais.

As análises de extrato etéreo e de proteína bruta das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme métodos descritos por Silva (2002).

As deposições de gordura e de proteína na carcaça foram calculadas pela diferença entre as composições das carcaças dos frangos com 21 e 8 dias de idade. As análises químicas bromatológicas das rações foram executadas de acordo com Silva (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

As análises químicas das rações foram executadas de acordo com Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. As análises de aminoácidos totais do farelo de soja e do milho foram realizadas no Laboratório da Ajinomoto do Brasil e, em seguida, foram convertidos em aminoácidos digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

As análises estatísticas das variáveis estudadas: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e as deposições de gordura e de proteína foram realizadas utilizando o programa computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido na UFV (2001), considerando significativos os valores de probabilidade inferiores a 5%.

Independente da ocorrência de interação entre níveis de lisina e métodos de formulação de ração optou-se pelo desdobramento dos dados.

A estimativa da exigência de lisina digestível foi realizada utilizando-se modelos de regressão linear, quadrática e/ou “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajuste.

Resultados e Discussão

Durante a realização do experimento, a temperatura do ar e a umidade relativa aferidas no interior do galpão (Tabela 4) permaneceram dentro do intervalo de temperatura considerado como confortável às aves de acordo com o manual da linhagem (Cobb 500), e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado representou condição de termoneutralidade para as aves segundo Cella *et al.* (2001). Entretanto, a temperatura do ar e o ITGU obtidos às 7h30, assim como a temperatura mínima do dia ($23,0 \pm 0,42^{\circ}\text{C}$) ficaram abaixo dos recomendados, o que pode ter proporcionado estresse por frio às aves, influenciando o metabolismo energético e o desempenho das mesmas (FARIA FILHO *et al.*, 2005).

Os resultados de desempenho dos frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade em função dos tratamentos estão apresentados na Tabela 5. Entre os resultados de desempenho (consumo de ração, consumo de lisina, ganho de peso e conversão alimentar), foi observado efeito de interação entre níveis de lisina e métodos de formulação de ração apenas sobre o ganho de peso (Tabela 6).

Os frangos que receberam as rações em que os níveis de lisina foram obtidos por meio de ajustes da proporção de milho e farelo de soja (M+FS) e os que receberam rações suplementadas com aminoácidos industriais (PB+AA) apresentaram variação linear ($P < 0,01$) no consumo de ração, que reduziu, respectivamente, segundo as equações: $\hat{Y} = 1243,78 - 130,556X$ ($r^2 = 0,92$) e $\hat{Y} = 1255,99 - 134,264X$ ($r^2 = 0,98$), em função do aumento dos níveis de lisina. Este resultado difere dos encontrados por Sterling *et al.* (2005), que observaram aumento do CR à medida que se elevou o teor de lisina sem a suplementação ou por meio da suplementação com aminoácidos industriais, em rações em que os teores de lisina variaram de 0,60 e 0,90% e os de PB variaram de 17,0 a 26,0%. Entretanto, estes pesquisadores observaram redução no CR para os dois maiores níveis de lisina na ração com 26% de PB com suplementação de aminoácidos. Posteriormente, Rodrigues *et al.* (2008) e Urdaneta-Rincón *et al.* (2008) não encontraram variação no CR de frangos em função dos níveis de lisina da ração, respectivamente, nos períodos de 1 a 21 e 1 a 18 dias de idade.

Tabela 4 – Temperatura do ar (TAR), umidade relativa do ar (UR) registradas no interior do galpão de frangos de corte e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado para o período experimental

Variáveis climáticas	Horários de leitura				
	07:30	10:00	12:30	15:00	17:30
TAR (°C)	23,3±0,93	25,9±0,73	28,4±0,94	28,7±0,99	26,0±0,85
UR (%)	81,2±2,90	75,5±3,38	65,7±3,41	63,0±5,62	73,3±3,95
ITGU	71,9±1,35	75,2±0,87	77,7±1,07	77,1±1,07	75,0±0,94

Tabela 5 – Consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLIS), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade, em função dos níveis de lisina digestível da ração

Parâmetros	Níveis de lisina					$\bar{X}$	CV (%)
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40		
	M+FS ^a						
CR ¹ (g)	1109	1099	1095	1079	1054	1087	2,77
CLIS ¹ (g)	11,09	12,08	13,14	14,03	14,76	13,02	2,89
GP ² (g)	743	776	801	821	799	788	3,07
CA ³	1,49	1,42	1,37	1,32	1,32	1,38	3,51
	PB+AA ^b						
CR ¹ (g)	1120	1107	1100	1081	1066	1095	2,66
CLIS ¹ (g)	11,20	12,18	13,20	14,05	14,92	13,11	2,63
GP ¹ (g)	741	758	779	795	824	779	3,47
CA ¹	1,51	1,46	1,41	1,36	1,28	1,41	3,70

¹ Efeito Linear (P<0,01).

^{2 e 3} Efeito Quadrático (P<0,02) e (P<0,01), respectivamente.

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

Tabela 6 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLis), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de deposição de proteína (DP) e de gordura (DG) de frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade

Fatores	Parâmetros avaliadas					
	CR (g)	CLis (g)	GP (g)	CA (g/g)	DP (%)	DG (%)
	Probabilidades					
NLis	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,04	<0,01
MFR	>0,25	>0,26	>0,13	<0,03	NS*	<0,01
Interação NLis x MFR	NS*	NS*	<0,04	>0,21	NS*	<0,02
CV (%)	2,71	2,76	3,27	3,61	25,53	10,54

* Não significativo.

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

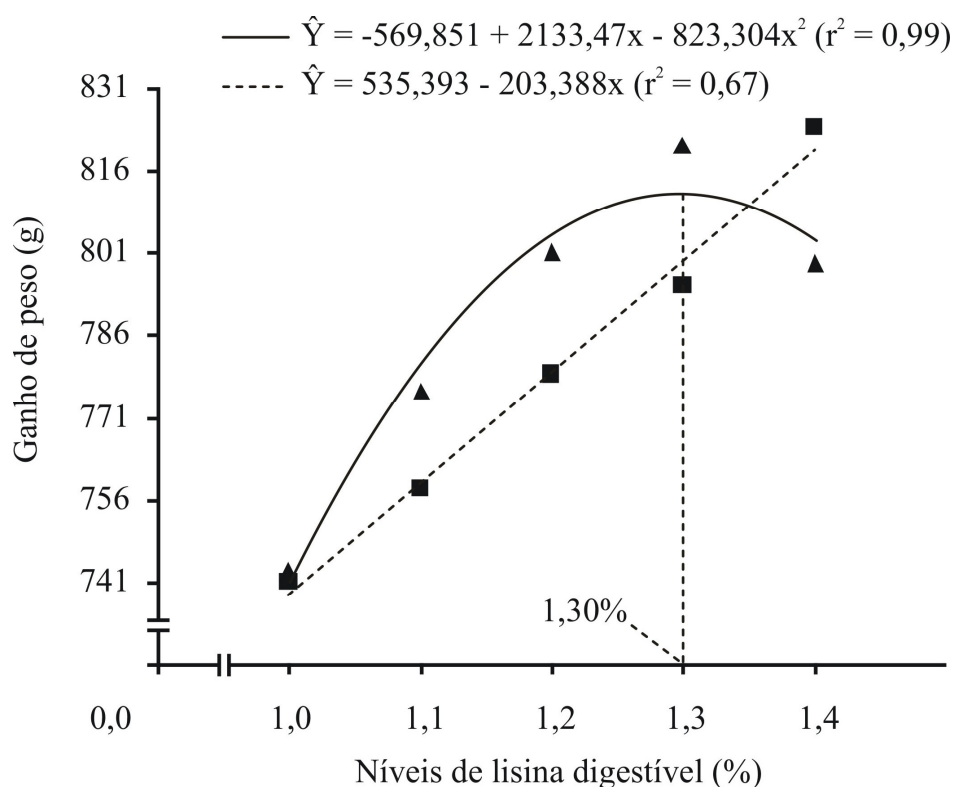
As diferenças no CR encontradas na literatura para aves alimentadas com rações contendo diferentes níveis de lisina, obtidos por meio de variação no nível de proteína ou como aminoácidos industriais, parecem estar relacionadas, entre outros fatores, à intensidade de redução dos níveis de PB e ao perfil aminoacídico das rações (ALETOR *et al.*, 2000; GONZALES, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2010). De acordo com Albino *et al.* (1999), a deficiência ou o desbalanço de aminoácidos pode ocasionar alteração no consumo voluntário de alimentos pelas aves. Nesse sentido, Swennen *et al.* (2004) relataram que quando os aminoácidos da ração estão em níveis subótimos, as aves aumentam a ingestão de ração na tentativa de atender as suas exigências.

Assim, pode-se inferir que os mais altos consumos observados nos mais baixos níveis de lisina, neste estudo, foram proporcionais à sua deficiência na ração.

Embora o CR tenha diminuído, observou-se que o consumo de lisina aumentou ($P < 0,01$) de forma linear à medida que se elevou sua concentração na ração, segundo, respectivamente, as equações: $\hat{Y} = 1,90392 + 9,26281X$ ($r^2 = 0,99$) e $\hat{Y} = 1,92453 + 9,3226X$ ($r^2 = 0,99$) para as rações M+FS e PB+AA. Este padrão de resposta evidenciou que o aumento do nível de lisina entre os tratamentos mais que compensou a diminuição ocorrida no CR.

O ganho de peso (GP) das aves alimentadas com ração M+FS foi influenciado ($P < 0,02$) de forma quadrática pelos níveis de lisina aumentando até o nível estimado de 1,30%. Da mesma maneira, os níveis de lisina da ração PB+AA também proporcionaram efeito ($P < 0,01$) positivo sobre o GP das aves, que aumentou de forma linear (Figura 1). De modo semelhante, em estudo conduzido com frangos de corte até 18 dias de idade Abdel-Maksoud *et al.* (2010) verificaram que independente do tipo de ração utilizada (M+FS ou PB+AA), os níveis de lisina influenciaram o GP das aves, com as melhores respostas sendo obtidas entre os níveis de 1,20 e 1,35%.

Efeito positivo de níveis lisina da ração sobre a taxa de crescimento de frangos de corte foi também observado por Conhalato *et al.* (1999), Costa *et al.* (2001; 2006), Resaei *et al.* (2004), Lana *et al.* (2005), Amarante Jr. *et al.* (2005), Dozier *et al.* (2008), Goulart *et al.* (2008), Viola *et al.* (2009) e por Abudabos *et al.* (2010). Apesar da consistência de resposta de crescimento à lisina, o nível que proporciona o melhor resultado é variável entre os trabalhos, o que pode ser atribuído a fatores como: tipos de ingredientes utilizados na formulação das rações, potencial genético das aves para deposição de carne na carcaça, entre outros fatores (LECLERCQ *et al.*, 2001; STERLING *et al.*, 2005; INDARSIH, 2009).



(▲) = níveis de lisina obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja;
 (■) = níveis de lisina obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja nas rações

Figura 1 – Ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade

Com os dados obtidos ficou evidenciado que a melhor resposta de GP dos frangos que receberam as rações PB+AA ocorreu no nível de lisina digestível maior que aquele que promoveu melhor resultado quando se utilizou a ração M+FS (1,40 x 1,30%). Essa maior exigência de lisina para GP, quando se utiliza a ração PB+AA, seria um indicativo de que a relação de algum aminoácido essencial com a lisina na proteína ideal pode estar subestimada. Assis *et al.* (2008) também encontraram maior GP quando a ração M+FS foi utilizada em comparação com a ração PB+AA, sugerindo que a exigência deste aminoácido para frangos de corte pode variar em função de se utilizar ou não aminoácidos industriais.

A redução verificada no GP no nível de 1,40% de lisina digestível quando se utilizou a ração M+FS representa uma resposta característica do excesso de aminoácidos na ração. De acordo com Sklan *et al.* (2002), a ingestão de aminoácidos em excesso resulta em gasto de energia pela ave no processo de desaminação e excreção do N como ácido úrico. Ainda segundo Goulart *et al.* (2008), a ave desvia energia que seria utilizada para deposição de tecido para eliminar o excesso de N.

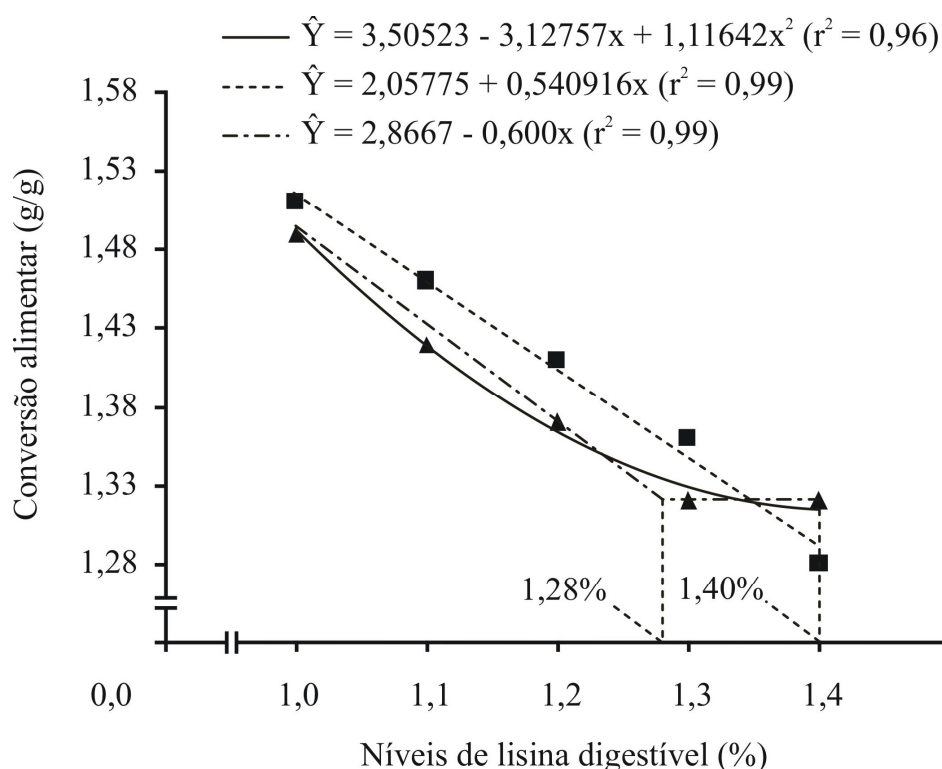
A conversão alimentar foi influenciada de forma quadrática ($P<0,01$) pelo aumento dos níveis de lisina das rações, obtidos por meio de ajustes da proporção de milho e farelo de soja (M+FS), melhorando até o nível estimado de 1,40% de lisina digestível. Apesar da variação quadrática, o modelo *Linear Response Plateau* – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 1,28% o nível a partir do qual ocorreu um platô (Figura 2). Entretanto, quando se utilizou a ração PB+AA, a conversão alimentar (CA) das aves melhorou ($P<0,01$) de forma linear. Em estudo conduzido com frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade em ambiente termoneutro, Assis *et al.* (2008) também observaram efeito dos níveis de lisina, em rações formuladas apenas com milho e farelo de soja ou suplementadas com aminoácidos industriais, sobre a CA dos animais.

Independente do tipo de ração utilizada, diversos autores (LECLERQ, 1998; RESAEI *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2006; CELLA *et al.*, 2009; VIOLA *et al.*, 2009; ABDEL-MAKSoud *et al.*, 2010; GHAHRI *et al.*, 2010) observaram melhora significativa da CA de frangos em razão dos níveis de lisina das rações. Os níveis de lisina que proporcionaram as melhores respostas de CA neste estudo (1,40 e 1,28%) ficaram acima daqueles de 1,10, 1,19 e 1,21%, preconizados, respectivamente, pelo NRC (1994) e por Rostagno *et al.* (2005; 2011). Este resultado seria um indicativo de que os níveis preconizados pelas tabelas convencionais não atendem as exigências das aves para máxima eficiência de crescimento.

O fato da melhor resposta de CA – quando se utilizou a ração PB+AA – ter sido obtida com o nível de lisina superior àquele que proporcionou a melhor resposta quando se utilizou a ração M+FS (1,40 x 1,30%), confirma o relato anterior de que o perfil de aminoácidos da proteína ideal proposta por Rostagno *et al.* (2011) para essa categoria animal pode não estar ajustado à exigência das aves.

Considerando os resultados de desempenho obtidos, pode-se inferir que a estimativa da exigência de lisina para frangos de corte na fase inicial de crescimento, utilizando rações em que os níveis de lisina são obtidos por meio da suplementação de aminoácidos industriais, fica consistentemente acima daquela obtida por meio da variação das quantidades de milho e farelo de soja.

Os dados de deposição de proteína e gordura na carcaça dos frangos verificados no período entre 8 e 21 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível da ração estão apresentados na Tabela 7. Não houve efeito de interação entre os níveis de lisina e método de formulação de ração sobre a deposição de proteína nas aves (Tabela 6). Entretanto, foi observada interação entre os tratamentos sobre a deposição de gordura.



(▲) = níveis de lisina obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja;
 (■) = níveis de lisina obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja nas rações

Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade

Tabela 7 – Deposição proteica (DP) e deposição de gordura (DG) em frangos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade, em função dos níveis de lisina digestível da ração

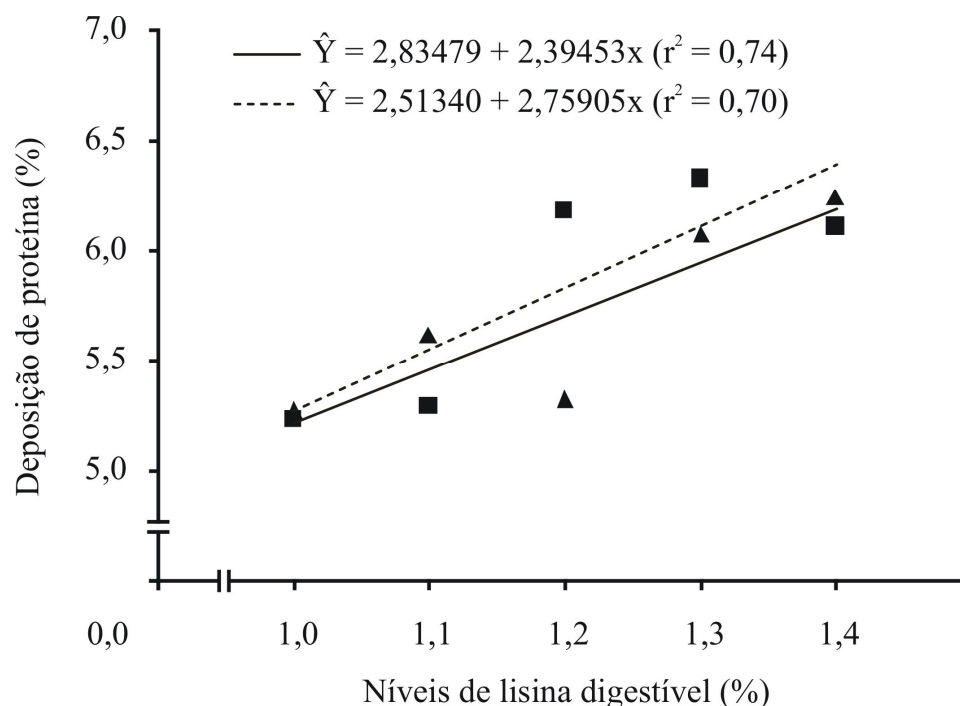
Parâmetros	Níveis de lisina					$\bar{X}$	CV (%)
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40		
	M+FS ^a						
DP ¹ (%)	5,27	5,62	5,32	6,08	6,25	5,70	26,78
DG ² (%)	5,16	4,95	4,83	4,16	3,65	4,56	11,84
	PB+AA ^b						
DP ³ (%)	5,23	5,29	6,18	6,33	6,11	5,83	24,24
DG ² (%)	5,44	5,38	5,33	5,22	4,72	5,22	9,17

^{1, 2 e 3} Efeito Linear ($p < 0,06$), ($P < 0,01$) e ($P < 0,02$), respectivamente.

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

A deposição de proteína (DP) na carcaça dos frangos aumentou de forma linear tanto nas aves que receberam ração M+FS ($P < 0,06$) quanto nas aves que receberam ração PB+AA ($P < 0,02$) (Figura 3). Este padrão de resposta confirma os relatos de Temim *et al.* (2000), Kidd *et al.* (2004), Corzo *et al.* (2004), Trindade Neto *et al.* (2009; 2010) e Ghahri *et al.* (2010) de



(▲) = níveis de lisina obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja;

(■) = níveis de lisina obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja nas rações

Figura 3 – Deposição proteica de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade

que a exigência de lisina para máxima deposição de proteína na carcaça é maior que aquela para máximo ganho de peso. Da mesma forma, Conhalato *et al.* (1999), Edwards *et al.* (1999) e Eits *et al.* (2002), trabalhando com frangos nas fases de 01 a 21, 10 a 20 e 10 a 21 dias de idade, respectivamente, observaram aumento na deposição de proteína na carcaça das aves em razão dos níveis crescentes de lisina da ração.

Entretanto, esses resultados diferem dos de Cella *et al.* (2009) e de Tavernari *et al.* (2009), que não observaram variação na DP de frangos, no período de 01 a 21 dias de idade, alimentados com rações suplementadas com níveis crescentes de lisina. A variação de resultados verificada entre os trabalhos pode estar relacionada aos níveis de lisina avaliados, ao potencial genético das aves para deposição de proteína na carcaça e à composição da ração experimental.

A melhora na deposição de proteína com a elevação do nível de PB ou da lisina nos dois tipos de ração avaliados pode estar associada ao possível aumento do nível de IGF-1 circulante. O efeito dos níveis de proteína sobre a concentração sérica de IGF-1 em frangos de corte tem sido relatado por Caperna *et al.* (1999), Kita *et al.* (2002) e Nagao *et al.* (2010). Em

estudos conduzidos com pintos de corte de 1 a 7 dias de idade para avaliar o efeito dos níveis de proteína na ração, Kita *et al.* (1999) associaram a melhor resposta de peso muscular das aves aos níveis plasmáticos de IGF-1.

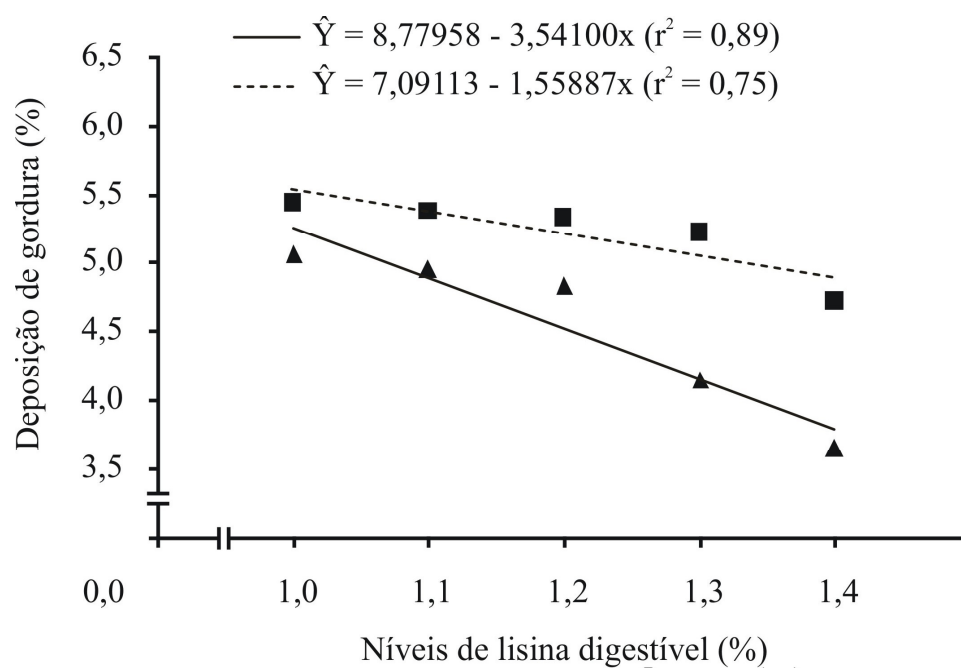
Em relação à deposição de gordura (DG), observou-se que, independente do tipo da ração utilizado, os níveis crescentes de lisina proporcionaram redução linear ($P<0,01$) sobre essa variável (Figura 4), sendo que a ração M+FS proporcionou ($P<0,01$) maior intensidade de redução da DG em relação à ração PB+AA. Este resultado difere dos encontrados por Tavernari *et al.* (2009) e Takeara *et al.* (2010) que não encontraram variação na DG de frangos nos períodos de 01 a 21 e 12 a 22 dias de idade, respectivamente, alimentados com rações contendo níveis crescentes de lisina.

A divergência nos resultados encontrados na literatura para a deposição de proteína e gordura na carcaça pode estar relacionada não apenas ao teor de lisina da ração, mas também à linhagem genética e à idade das aves utilizadas, assim como aos fatores térmico-ambientais, desafio imunológico, entre outros (COSTA *et al.*, 2001; BORGES *et al.*, 2002; LEMME, 2005; ENTING *et al.*, 2005; SWENNEN *et al.*, 2006).

De acordo com os resultados obtidos, ficou evidenciado que tanto o aumento dos níveis de lisina quanto o método de formulação de ração alterou a composição do ganho das aves, proporcionando maior teor de proteína e menor teor de gordura na carcaça.

As variações observadas na DP e DG, neste estudo, corroboram as afirmações de Leclercq (1998) e Gous (1998; 2007), de que o aumento no teor do aminoácido limitante na ração potencializa a deposição de proteína e reduz a deposição de gordura em frangos de corte. Assim, a redução na quantidade de gordura da carcaça quando se utilizou níveis mais elevados de lisina pode ser atribuída ao aumento do gasto energético para deposição proteica e manutenção de maior massa muscular, disponibilizando menor quantidade de energia para deposição de gordura (LEESON, 1995). Por outro lado, o teor de PB das rações pode influir nos mecanismos fisiológicos do crescimento dos frangos de corte, como os níveis plasmáticos de IGF-1 (KITA *et al.*, 1999) e hormônios tireoidianos (NAMROUND *et al.*, 2010), modificando a DP e a DG das aves (CAREW *et al.*, 1998).

Dessa forma, é possível inferir que o método de formulação de ração pode interferir na determinação da exigência de lisina, sendo a prática da redução da proteína bruta um método pouco adequado, pois gera fontes de variações outras que podem influenciar os resultados.



(▲) = níveis de lisina obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja;
 (■) = níveis de lisina obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja nas rações

Figura 4 – Deposição de gordura de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 8 a 21 dias de idade

Conclusão

Conclui-se que os níveis estimados de 1,30 e de 1,40% de lisina digestível, respectivamente, das rações M+FS e PB+AA, proporcionam o melhor desempenho dos frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade.

Literatura Consultada

- ABDEL-MAKSOUUD, A.; YAN, F.; CERRATE, S. *et al.* Effect of dietary crude protein, lysine level and amino acid balance on performance of broilers 0 to 18 days of age. **International Journal of Poultry Science**, v.9, p.21-27, 2010.
- ABUDABOS, A.; ALJUMAAH, R. Evaluation of digestible lysine needs for male broiler. **International Journal of Poultry Science**, v.9, p.1146-1151, 2010.
- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALBINO, L.F.T.A.; SILVA, S.H.M.; VARGAS, J.G. *et al.* Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.519-525, 1999.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. *et al.* Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass, characteristics, whole-body, composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina + cistina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1188-1194, 2005.
- ASSIS, A.P.; BALBINO, E.M.; CAMPOS, P.H.R.F. *et al.* Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em termoneutralidade dos 22 aos 42 dias de idade. In: Zootec 2008, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L. *et al.*, Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1993-2001, 2002.
- CAPERNA, T.J.; ROSEBROUGH, R.W.; MCMURTRY, J.P. *et al.* Influence of dietary protein on insulin-like growth factor binding proteins in the chicken. Comparative biochemistry and physiology - Parte B: **Biochemistry Molecular Biology**, v.124, p.417-421, 1999.
- CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F. A. Growth, feed intake, and plasma thyroid hormone levels in chicks fed dietary excesses of essential amino acids. **Poultry Science**, v.77, p.295-298, 1998.
- CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.M. *et al.* Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.440-448, 2001.
- CELLA, P.S.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO, J.R.G. Níveis de lisina digestível em dietas baseadas no conceito de proteína ideal para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.101-106, 2009.
- COBB. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. S.I.: s.n., 2005, 58p.

- COLLIN, A.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B. *et al.* Effects of dietary macronutrient content on energy metabolism and uncoupling protein mRNA expression in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.90, p.261-269, 2003.
- CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Níveis de lisina digestível para pintos de corte machos na fase de 1 a 21 Dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.91-97, 1999.
- CORZO, A.; MORAN, E.T.; HOEHLER, D. Valine Needs of Male Broilers from 42 to 56 Days of Age. **Poultry Science**, v.83, p.946-951, 2004.
- COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; NASCIMENTO, G.A.J. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.759-766, 2006.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1490-497, 2001.
- DOZIER, W.A.; CORZO, A.; KIDD, M.T. *et al.* Dietary digestible lysine requirements of male and female broilers from forty-nine to sixty-three days of age. **Poultry Science**, v.87, p.1385-1391, 2008.
- EDWARDS, H.; FERNANDEZ, S.R.; BAKER, D.H. Maintenance lysine requirement and efficiency of using lysine for accretion of whole-body lysine and protein in young chicks. **Poultry Science**, v.78, p.1412-1417, 1999.
- EITS, R.M.; KWAKKEL, R.P.; VERSTEGEN, M.W.A. Nutrition Affects Fat-Free Body Composition in Broiler Chickens. **The Journal of Nutrition**, v.132, p.2222-2228, 2002.
- ENTING, H.; VELDMAN, B.; POS, J. *et al.* Factors that influence nutritional requirements of poultry. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2005. p.97-116.
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; VIEIRA, B.S. *et al.* Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance and nitrogen excretion of broiler chickens from 7 to 21 days of age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, p.247-253, 2005.
- GHAHRI, H.; GAYKANI, R.; TOLOIE, T. Effect of dietary crude protein level on performance and Lysine requirements of male broiler chickens. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, p.1228-1234, 2010.
- GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.187-199.
- GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P.; LIMA NETO, R.C. *et al.* Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.876-882, 2008.
- GOUS, R.M. Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**, v.77, p.111-117, 1998.
- GOUS, R.M. Methodologies for modeling energy and amino acid responses in poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.263-275, 2007. Suplemento.

- INDARSIH, B. Response of two different strains of commercial broilers to different dietary amino acid allowance. **Media Peternakan**, v.32, p.104-111, 2009.
- KIDD, M.T.; MCDANIEL, C.D.; BRANTON, S.L. *et al.* Increasing Amino Acid Density Improves Live Performance and Carcass Yields of commercial Broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.593-604, 2004.
- KITA, K.; NAGAO, K.; TANEDA, N. *et al.* Insulin-like growth factor binding protein-2 gene expression can be regulated by diet manipulation in several tissues of young chickens. **Journal of Nutrition**, v.132, p.145-151, 2002.
- KITA, K.; OKUMURA, J. Dietary protein levels alter plasma insulin-like growth factor-I concentration of chicks. **Japanese Poultry Science**, v.36, p.25-30, 1999.
- LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1624-1632, 2005.
- LECLERCQ, B.; BEAUMONT, C. Effects of genetic potential on the lysine requirement and economic results of simulated broiler flocks. **Animal Research**, v.50, p.67-78, 2001.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1995, p.111-118.
- LEMME, A. Optimum dietary amino acid level for broiler chicken. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2., 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.117-144.
- MEDEIROS, C.M.; BAETA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. *et al.* Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.277-286, 2005.
- NAGAO, K.; HIRAMATSU, K.; TSUKADA, A. *et al.* Effects of insufficient level of dietary protein on IGF-I and IGFBPs in young chickens. **Journal of Poultry Science**, v.47, p.236-239, 2010.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. **Poultry Science**, v.87, p.2250-2258, 2008.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. *et al.* Effects of glycine and glutamic acid supplementation to low protein diets on performance, thyroid function and fat deposition in chickens. **South African Journal of Animal Science**, v.40, p.238-244, 2010.
- NASCIMENTO, A. Exigências de aminoácidos essenciais para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2004. p.103-116.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of poultry**. Nutrient requirements of domestic animals. 9 ed. Washington: National Academic, 1994. 155p.

- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.
- OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1092-1098, 2010.
- REZAEI, M.; MOGHADDAM, H.N.; REZA, J.P. *et al.* The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. **International Journal of Poultry Science**, v.3 p.148-152, 2004.
- RODRIGUES, K.F.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. *et al.* Relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.450-457, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p.65-83
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SKLAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**. v.43, p.442-449, 2002.
- STERLING, K.G.; VEDENOV, D.V.; PESTI, G. M. *et al.* Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p.29-36, 2005.
- SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; COLLIN, A. *et al.* Diet-induced thermogenesis and glucose oxidation in broiler chickens: influence of genotype and diet composition. **Poultry Science**, v.85, p.731-742, 2006.
- SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; DECUYPERE, E. *et al.* Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Energy and protein metabolism and diet-Induced thermogenesis. **Poultry Science**, v.83, p.1997-2004, 2004.
- TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L.; GANDRA, E.R.S. *et al.* Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.1455-1461, 2010.
- TAVERNARI, F.C.; BUTERI, C.B.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Effects of dietary digestible lysine levels on protein and fat deposition in the carcass of broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.11, p.99-107, 2009.

- TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMMIN, S. *et al.* Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens. **Poultry Science**, v.78, p.312-317, 2000.
- TRINDADE NETO, M.A.; KOBASHIGAWA, E.; NAMAZU, L.B. *et al.* Lisina digestível e zinco orgânico para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2460-2470, 2010.
- TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.508-514, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 2001. 301p.
- URDANETA-RINCÓN, M.; LEESON, S. Evaluation of varied dietary crude protein and lysine level at 5.7% of crude protein on productive parameters in broiler chickens. **Revista Científica**, v.18, p.154-159, 2008.
- VIOLA, T.H; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. *et al.* Desempenho e peso de frações corporais, na suplementação crescente de lisina, dos 19 aos 40 dias de idade em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, p.515-521, 2009.

NÍVEIS DE LISINA EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de lisina digestível sobre o desempenho, características de carcaça e excreção de nitrogênio em frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. Foram utilizadas 1.280 aves, com peso inicial médio de 787,5g, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 [quatro níveis de lisina digestível: 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% e dois tipos de ração: variando a proporção de milho e de farelo de soja (M+FS) e ração suplementada com aminoácidos industriais (PB+AA)], oito repetições e 20 aves por repetição. Foi observado efeito de interação sobre o consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLis), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e sobre os pesos absoluto e relativo de carcaça, coxa, sobrecoxa, peito com osso e peito sem osso das aves. Em ambas as rações, o CLis aumentou e a CA melhorou de forma linear com o aumento dos níveis de lisina. Os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram o CR, o GP, os pesos absolutos de carcaça, coxa e sobrecoxa e o rendimento de peito sem osso, que aumentaram de forma linear. Entretanto, os pesos absoluto e relativo da gordura abdominal reduziram linearmente com o aumento dos níveis de lisina da ração M+FS. Nas aves alimentadas com ração PB+AA os níveis de lisina reduziram de forma linear o rendimento de sobrecoxa e influenciaram de forma quadrática os rendimentos de peito com osso e peito sem osso que reduziram até os níveis estimados de 1,04 e 1,07% de lisina, respectivamente. A excreção e também a retenção de nitrogênio aumentaram linearmente com os níveis de lisina da ração M+FS. Conclui-se que os níveis de 1,20 e 0,90% de lisina digestível em rações M+FS e PB+AA, respectivamente, proporcionam o melhor desempenho em frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: aminoácidos industriais, desempenho, proteína bruta, proteína ideal

LYSINE LEVELS IN DIETS FOR BROILERS OF 22 TO 42 DAYS OF AGE

Abstract – The objective of this study was to evaluate the effect of digestible lysine levels on performance, carcass characteristics and nitrogen excretion in broilers of 22 to 42 days of age. A total of 1280 birds with average initial weight of 787.5g were distributed in a completely randomized experimental design in a 4 x 2 factorial arrangement [(four digestible lysine levels: 0.90; 1.00; 1.10 and 1.20% and two types of diets: diet with different corn and soybean meal (C+SM) ratios and diet supplemented with industrial amino acids (CP+AA)], eight replicates and 20 birds per replicate. Interaction effect was observed on feed intake (FI), lysine intake (LysI), weight gain (WG), feed conversion (FC) and on absolute and relative weight of carcass, thigh, drumstick, boned and boneless breast of birds. In both diets, LysI increased and FC improved linearly with increase in lysine levels. The lysine levels of the C+SM diet affected FI, WG and absolute weight of carcass, thigh, drumstick and boneless breast yield; all increasing linearly. However, the absolute and relative weight of abdominal fat reduced linearly with increase in the lysine level of the C+SM diet. In birds fed with CP+AA, the lysine levels reduced drumstick yield linearly and affected boned and boneless breast yields quadratically, which reduced up to the estimated levels of 1.04 and 1.07% lysine, respectively. Excretion and also retention of nitrogen increased linearly with lysine levels of the C+SM diet. One can conclude that for birds fed with the C+SM and CP+AA diets, the lysine requirements for better performance corresponded to the 1.20 and 0.90% lysine, respectively.

Key Words: crude protein, ideal protein, industrial amino acids, performance

Introdução

Ao longo dos anos os nutricionistas de animais têm elaborado modificações na qualidade das rações destinadas aos frangos de corte, com o intuito de adequá-las cada vez mais ao atendimento das exigências nutricionais dessas aves. Nos estudos sobre nutrição proteica de frangos de corte, tem sido considerada a utilização de aminoácidos digestíveis na formulação de rações, o que torna possível reduzir a quantidade de proteína das rações e melhorar o ajuste entre os aminoácidos, contribuindo com a diminuição da excreção de nitrogênio pela ave (SAKOMURA *et al.*, 2007). Contudo, para a aplicação dessa prática, é necessária a correta determinação das exigências de aminoácidos e, assim, garantir o fornecimento de nutrientes satisfatórios ao desempenho das aves.

Para a obtenção do balanceamento ideal entre os aminoácidos da ração, tem-se tomado a lisina como o aminoácido padrão, a partir da qual as quantidades dos demais aminoácidos essenciais são expressas como porcentagem (BAKER *et al.*, 1994). Assim, a determinação das exigências de lisina deve ser criteriosa, a fim de evitar imprecisões nos resultados, o que levaria ao desequilíbrio entre os demais aminoácidos essenciais das rações e, consequentemente, à redução no desempenho dos frangos (ROSTAGNO *et al.*, 1999).

A redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos industriais tem sido comumente utilizada na maioria dos trabalhos em que se propôs determinar as exigências de lisina dos frangos de corte (MARTINEZ *et al.*, 2002; VALERIO *et al.*, 2003; LANA *et al.*, 2005; GARCIA *et al.*, 2006; TRINDADE NETO *et al.*, 2009). Entretanto, embora esta prática possibilite maior flexibilidade no ajuste dos níveis de aminoácidos da ração (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2009), diversos pesquisadores têm relatado que aves alimentadas com rações contendo menor teor de proteína bruta apresentaram desempenho inferior ao das aves que receberam teores mais altos de proteína bruta, mesmo quando as relações entre os aminoácidos essenciais foram mantidas constantes (SURISDIARTO *et al.*, 1991; ASSIS *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009), indicando que esse método pode não ser adequado para se determinar a exigência de lisina para frangos de corte.

Dessa forma, este estudo foi conduzido para determinar a exigência de lisina digestível para frangos de corte, dos 22 aos 42 dias de idade, utilizando-se duas metodologias: rações com suplementação de aminoácidos industriais; e rações variando a proporção milho e farelo de soja.

Material e Metodos

Este experimento foi realizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Foram utilizados 1.280 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, com 22 dias de idade e peso inicial médio de 787,5g. As aves foram vacinadas contra as doenças de Marek e Bouda aviária. Durante a fase pré-inicial e inicial (1 a 21 dias de idade), os pintos foram alojados em grupos de 20 aves em boxes de 2 m² (2,0 x 1,0 m), em galpão convencional, e receberam ração com 3.000 kcal de EM/kg e 21,8% de PB, formulada para satisfazer suas exigências nutricionais, conforme preconizado por Rostagno *et al.* (2005), sendo manejadas de acordo com o manual da linhagem (COBB, 2005).

No 22º dia de idade, os frangos foram pesados e distribuídos em boxes em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de lisina e dois métodos de formulação de ração) e oito repetições, com 20 aves por repetição. Todos os boxes foram providos de cama de casca de café, de um comedouro tubular e de um bebedouro do tipo *nipple*.

As aves receberam as rações experimentais (Tabelas 1 e 2) formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas para conterem: 0,90; 1,00; 1,10 e 1,20% de lisina digestível, com 3.150 kcal de EM. Os níveis de lisina foram obtidos de duas formas: 1- variando a proporção de milho e farelo de soja; e 2- mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja (ração basal), suplementas com aminoácidos industriais. Os demais aminoácidos essenciais foram suplementados à medida que suas relações com a lisina digestível ficaram abaixo daquelas preconizadas na proteína ideal por Rostagno *et al.* (2005). As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade.

As condições ambientais no interior do galpão foram monitoradas e registradas cinco vezes ao dia (às 7h30, 10h00, 12h30, 15h00 e 17h30), por meio de dois conjuntos de termômetros (de bulbo seco, bulbo úmido e de globo negro) mantidos no centro do galpão à altura do corpo das aves. Os dados coletados foram posteriormente convertidos em ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade), para caracterizar o ambiente, conforme proposto por Buffington *et al.* (1981).

Tabela 1 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja

Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)			
	0,90	1,00	1,10	1,20
Milho	63,968	59,292	54,616	49,937
Farelo de soja	28,655	32,579	36,507	40,435
Óleo vegetal	3,662	4,413	5,161	5,911
Fosfato bicálcico	1,658	1,634	1,609	1,585
Calcário	0,841	0,829	0,816	0,803
Sal comum	0,478	0,478	0,478	0,479
Mistura vitamínica ¹	0,300	0,300	0,300	0,300
Mistura mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Anticoccidiano ³	0,055	0,055	0,055	0,055
BHT ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125
Antibiótico ⁶	0,005	0,005	0,005	0,005
DL-metionina (99%)	0,143	0,180	0,218	0,255
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	18,900	20,450	22,000	23,600
Energia metab. (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150
Lisina digestível (%)	0,900	1,000	1,100	1,200
Metionina+cistina dig. (%)	0,648	0,721	0,793	0,846
Treonina digestível (%)	0,642	0,696	0,750	0,805
Triptofano digestível (%)	0,206	0,228	0,249	0,270
Valina digestível (%)	0,800	0,866	0,932	0,998
Isoleucina digestível (%)	0,741	0,811	0,881	0,951
Arginina digestível (%)	1,190	1,310	1,430	1,551
Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208
Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo Disponível (%)	0,418	0,418	0,418	0,418

Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A, 10.000 UI; vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 30 UI; Vitamina B1, 2 mg ; vitamina B6, 4 mg; Ac Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Vitamina K, 3 mg ; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Vitamina B12, 15 mcg; Selênio, 0, 25 mg.

² Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração: Manganês, 80 mg; Ferro, 50 mg; Zinco, 50 mg; Cobre, 10 mg ; Cobalto, 1 mg ; Iodo, 1 mg.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cloreto de colina 60%.

⁶ Avilamicina 10%.

O programa de luz adotado durante o período experimental foi o contínuo (24 horas de luz), sendo o período de iluminação artificial obtido por meio de lâmpadas incandescentes de 100 *watts* distribuídas uniformemente sobre os boxes, ao longo do galpão experimental.

Tabela 2 – Composições centesimal e calculada das rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais

1	Ingredientes (%)	Níveis de lisina digestível (%)			
		0,90	1,00	1,10	1,20
	Milho	61,979	61,979	61,979	61,979
	Farelo de soja	28,778	28,778	28,778	28,778
	Óleo vegetal	4,380	4,380	4,380	4,380
	Fosfato bicálcico	1,665	1,665	1,665	1,665
	Calcário	0,837	0,837	0,837	0,837
	Sal comum	0,479	0,479	0,479	0,479
	Mistura vitamínica ¹	0,300	0,300	0,300	0,300
	Mistura mineral ²	0,100	0,100	0,100	0,100
	Anticoccidiano ³	0,055	0,055	0,055	0,055
	BHT ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010
	Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125
	Antibiótico ⁶	0,005	0,005	0,005	0,005
	DL-metionina (99%)	0,147	0,220	0,294	0,367
	Caulim	1,140	0,937	0,585	0,070
	L-lisina HCL (78,5%)	---	0,130	0,258	0,388
	L-treonina (98,5%)	---	---	0,072	0,143
	L-valina (99%)	---	---	0,064	0,143
	L-ileucina (99%)	---	---	0,014	0,082
	L-arginina (99%)	---	---	---	0,094
	Total	100,000	100,000	100,000	100,000
	Composição calculada				
	Proteína bruta (%)	18,800	18,800	18,800	18,800
	Energia metab. (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150
	Lisina digestível (%)	0,900	1,000	1,100	1,200
	Metionina+cistina dig. (%)	0,649	0,720	0,793	0,864
	Treonina digestível (%)	0,639	0,650	0,715	0,780
	Triptofano digestível (%)	0,206	0,206	0,206	0,206
	Valina digestível (%)	0,797	0,797	0,848	0,924
	Isoleucina digestível (%)	0,739	0,739	0,739	0,804
	Arginina digestível (%)	1,188	1,188	1,188	1,188
	Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208
	Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837
	Fósforo Disponível (%)	0,418	0,418	0,418	0,418

Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A, 10.000 UI; vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 30 UI; Vitamina B1, 2 mg ; vitamina B6, 4 mg; Ac Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Vitamina K, 3 mg ; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Vitamina B12, 15 mcg; Selênio, 0, 25 mg.

² Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração: Manganês, 80 mg; Ferro, 50 mg; Zinco, 50 mg; Cobre, 10 mg ; Cobalto, 1 mg ; Iodo, 1 mg.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cloreto de colina 60%.

⁶ Avilamicina 10%.

Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD), matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais

(%)	Milho		Farelo de Soja	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Lisina	0,203	0,184	2,973	2,696
Metionina+cistina	0,282	0,256	1,365	1,237
Treonina	0,248	0,215	2,028	1,757
Isoleucina	0,221	0,197	2,262	2,020
Arginina	0,323	0,302	3,636	3,395
Valina	0,317	0,284	2,315	2,072
Triptofano	0,070	0,064	0,640	0,581
Leucina	0,750	0,680	3,788	3,435
Fenilalanina	0,279	0,253	2,519	2,282
Histidina	0,201	0,183	1,299	1,180
Matéria Seca	91,530		92,870	
Proteína Bruta	7,080		47,640	

¹ Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Ajinomoto do Brasil.

² Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso (GP). O consumo de ração (CR) foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecido e as sobras de ração dos comedouros. Com base no CR e no GP, foi calculada a conversão alimentar (CA). Ao final do período experimental (42 dias de idade), três aves de cada unidade experimental, com pesos mais próximos da média do compartimento (10% acima ou abaixo da média) foram colocadas em jejum alimentar de 12 horas. Após esse período, as aves foram penduradas em nória, dessensibilizadas por meio de eletronarcose e abatidas manualmente com um corte no pescoço (jugular). As aves abatidas foram conduzidas ao tanque de escaldagem (temperatura $\pm 60^{\circ}\text{C}$) e, em seguida, submetidas aos processos de depenagem mecânica e evisceração manual. Depois de sangradas, depenadas e evisceradas, as carcaças foram pesadas para avaliação do rendimento de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) e da gordura abdominal.

Na determinação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso vivo após o jejum. Na determinação dos rendimentos de cortes nobres e da gordura abdominal, foi considerado o peso da carcaça.

Um grupo adicional de 200 aves machos da linhagem Cobb, no período 29 a 34 dias de idade, foi utilizado em experimento para estudo de balanço de nitrogênio. As aves foram alojadas do primeiro ao 24º dia de idade em galpão de alvenaria. No 25º dia de idade, as aves foram transferidas para baterias metálicas constituídas de gaiolas com dimensões de 0,45 x

0,50 x 0,45m (comprimento, largura e altura, respectivamente), dotadas de bebedouro tipo *nipple* e comedouro tipo calha, onde permaneceram por um período de adaptação de quatro dias, no local em que foi realizado o ensaio biológico.

No 29º dia de idade foi iniciado o período experimental que teve duração de cinco dias. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (níveis de lisina), oito repetições e cinco aves por repetições. Os tratamentos consistiram em uma ração basal contendo 0,90% de lisina digestível (Tabela 2) e mais quatro rações contendo dois níveis de lisina digestível (1,00 e 1,20%) obtidos pelos dois métodos de formulação de ração (Tabelas 1 e 2). A ração e a água foram fornecidas à vontade durante os períodos pré-experimental e experimental.

As excretas foram coletadas duas vezes por dia às 7h30 e às 17h30, armazenadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e congeladas a 5°C negativos, para determinação, em laboratório, do teor de nitrogênio excretado.

As análises químicas das rações foram executadas de acordo com Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. As análises de aminoácidos totais do farelo de soja e do milho foram realizadas no Laboratório da Ajinomoto do Brasil e, em seguida, foram convertidos em aminoácidos digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

As análises estatísticas das variáveis estudadas: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, e pesos absoluto (g) e relativo (%) dos cortes nobres e gordura abdominal foram realizadas utilizando o programa computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido na UFV (2001), considerando significativos os valores de probabilidade inferiores a 5%.

Independente da ocorrência de interação entre níveis de lisina e métodos de formulação de ração optou-se pelo desdobramento dos dados.

A estimativa da exigência de lisina digestível foi realizada utilizando-se modelos de regressão linear, quadrática e/ou “Linear Response Plateau” (LRP) conforme o melhor ajuste.

Resultados e Discussão

O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) calculado para o período experimental (Tabela 4) caracterizou, segundo Medeiros *et al.* (2005), o ambiente térmico em que as aves foram mantidas como de termoneutralidade. Entretanto, os valores de temperatura observados nos horários de 12h30 e 15h00 evidenciaram que as aves foram submetidas a períodos de temperaturas superiores àquelas preconizadas no manual da linhagem (Cobb 500) para garantir conforto térmico às aves e que correspondem à faixa de temperatura do ar entre 22 a 25°C com umidade relativa de 60 a 70%, na fase de 22 a 42 dias de idade.

Os períodos de temperatura elevada e, provavelmente, de estresse por calor aos quais as aves foram submetidas podem ter influenciado o consumo voluntário de ração e interferido também na capacidade de deposição de massa muscular, na taxa de ganho de peso e no rendimento de cortes nobres das mesmas (FURLAN, 2006; SIQUEIRA *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Os resultados de desempenho das aves em função dos níveis de lisina estão apresentados na Tabela 5. Houve ocorrência de interação entre níveis de lisina e métodos de formulação de ração sobre os resultados de desempenho (consumo de ração, consumo de lisina, ganho de peso e conversão alimentar) dos frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade (Tabela 6).

Foi observado efeito ($P < 0,01$) dos níveis de lisina sobre o consumo de ração (CR) das aves, que aumentou de forma linear de acordo com a equação: $\hat{Y} = 2246,43 + 764,919X$ ($r^2 = 0,64$), à medida que se elevou a concentração de lisina na ração por meio da variação das proporções de milho e farelo de soja (M+FS). Esse resultado difere do encontrado por Assis *et al.* (2008) que não encontraram variação no CR de frangos, no período de 22 a 42 dias de idade, em função dos níveis de lisina (0,90; 1,00; 1,10; 1,20%) obtidos apenas por diferentes proporções de milho e farelo de soja na ração. Da mesma forma, difere dos resultados de Aletor *et al.* (2000), que não observaram influência dos níveis de lisina sobre o CR de frangos no mesmo período quando receberam rações em que os níveis de lisina foram aumentados de 1,01 até 1,23%, sem a utilização de lisina industrial.

Tabela 4 – Temperatura do ar (TAR), umidade relativa do ar (UR) registradas no interior do galpão de frangos de corte e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado para o período experimental

Variáveis climáticas	Horários de leitura				
	07:00	10:00	12:30	15:00	17:30
TAR (°C)	22,1±1,09	26,0±1,62	28,2±2,44	27,4±3,57	25,8±2,23
UR (%)	85,5±5,65	71,8±9,58	66,1±10,22	68,0±14,35	75,7±10,74
ITGU	70,7±1,39	74,9±1,89	77,5±2,65	76,3±3,65	74,7±2,56

Tabela 5 – Consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLIS), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, em função dos níveis de lisina digestível da ração

Parâmetros	Níveis de lisina				$\bar{X}$	CV (%)
	0,90	1,00	1,10	1,20		
	M+FS ^a					
Consumo de ração ¹	2876	3062	3164	3097	3050	3,55
Consumo de lisina ¹	25,88	30,62	34,80	37,16	32,12	3,34
Ganho de peso ²	1190	1377	1584	1611	1441	5,67
Conversão alimentar ¹	2,42	2,23	2,00	1,93	2,15	4,56
	PB+AA ^b					
Consumo de ração	3004	2981	2905	2982	2968	4,24
Consumo de lisina ¹	27,04	29,81	31,96	35,78	31,15	4,17
Ganho de peso	1234	1255	1226	1314	1257	6,77
Conversão alimentar ³	2,45	2,38	2,38	2,27	2,40	6,35

^{1, 2 e 3} Efeito linear (P<0,01), (P<0,02) e (P<0,05), respectivamente.

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

Tabela 6 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLis), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade

Fatores	Variáveis avaliadas			
	CR (g)	CLis (g)	GP (g)	CA (g/g)
NLis	>0,07	<0,01	<0,01	<0,01
MFR	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Interação NLis x MFR	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
CV (%)	3,90	3,76	6,18	5,62

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

O consumo de ração das aves que receberam ração suplementada com aminoácidos industriais (PB+AA) não foi influenciado (P>0,05) pelos níveis de lisina. Resultado semelhante foi obtido por Assis *et al.* (2008), que não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o CR de frangos alimentados com ração suplementada com aminoácidos industriais.

Similarmente, Viola *et al.* (2009a) não observaram diferença no CR de frangos ao avaliarem níveis crescentes de lisina (0,70 a 1,22%) em ração suplementada com aminoácidos industriais, no período de 19 a 40 dias de idade.

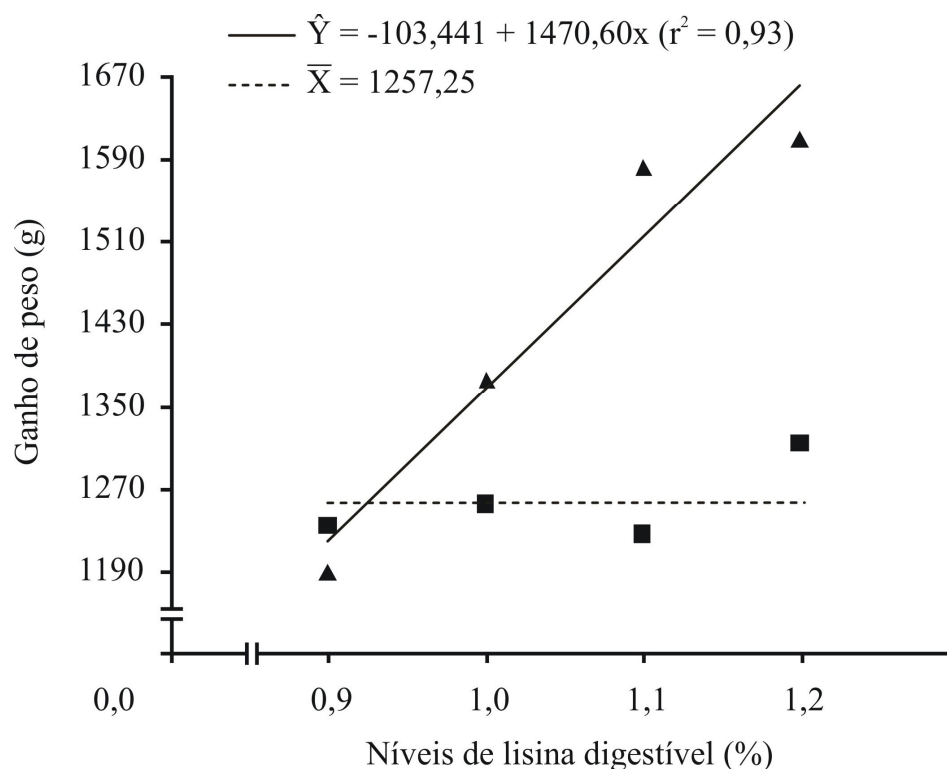
A ausência de variação dos níveis crescentes de lisina sobre o consumo da ração PB+AA pode estar associado ao teor de aminoácidos industriais na ração. Uma vez que os aminoácidos industriais não precisam ser digeridos, são absorvidos mais rapidamente do que os aminoácidos da proteína intacta, podendo, assim, resultar em uma mistura aminoacídica desbalanceada, inadequada a ser incorporada na proteína muscular (COLINA *et al.*, 2002; YEN *et al.*, 2004; NONIS *et al.*, 2006). Nesses casos, é possível que tanto os níveis de aminoácidos industriais, como também os níveis de seus metabólitos (amônia) na corrente sanguínea, atuem como sinalizador para regular o consumo de ração (NODA, 1975; COTA *et al.*, 2006; NAMROUD, *et al.*, 2008).

Sendo assim, a determinação da exigência de lisina para frangos de corte utilizando quantidades elevadas de aminoácidos industriais parece não ser adequada, uma vez que há outras fontes de variação que podem interferir nos resultados.

O consumo de lisina aumentou ($P<0,01$) de forma linear independente do tipo de ração utilizada de acordo com as equações: $\hat{Y} = -7,806 + 38,022X$ ($r^2=0,98$) e $\hat{Y} = 1,3519 + 28,3756X$ ($r^2=0,99$), respectivamente, para os frangos alimentados com ração M+FS e PB+AA. O maior consumo de lisina apresentado pelos frangos que receberam a ração M+FS é reflexo do maior consumo de ração apresentado por essas aves, em comparação aos frangos alimentados com a ração PB+AA.

Os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram ($P<0,02$) o ganho de peso (GP) das aves que aumentou de forma linear, apresentando crescimento de 35,4% entre o maior e o menor nível de lisina avaliado. Por sua vez, os níveis de lisina da ração PB+AA não influenciaram ($P>0,05$) o GP dos frangos. A diferença de 6,5% observada entre o menor e o maior nível de lisina da ração PB+AA evidenciou que a ração M+FS foi mais eficaz em proporcionar aumento no GP (Figura 1).

De forma similar, Assis *et al.* (2008) trabalhando em ambiente termoneutro e Balbino *et al.* (2008) trabalhando em ambiente de estresse por calor, com frangos no período de 22 a 42 dias, encontraram aumento linear no GP, em função dos níveis de lisina, em ambos os métodos de formulação (M+FS e PB+AA). Os trabalhos realizados por estes pesquisadores evidenciaram a maior intensidade de ganho proporcionada pela ração M+FS, na resposta ao aumento dos níveis de lisina, em comparação à ração PB+AA, sugerindo que a metodologia



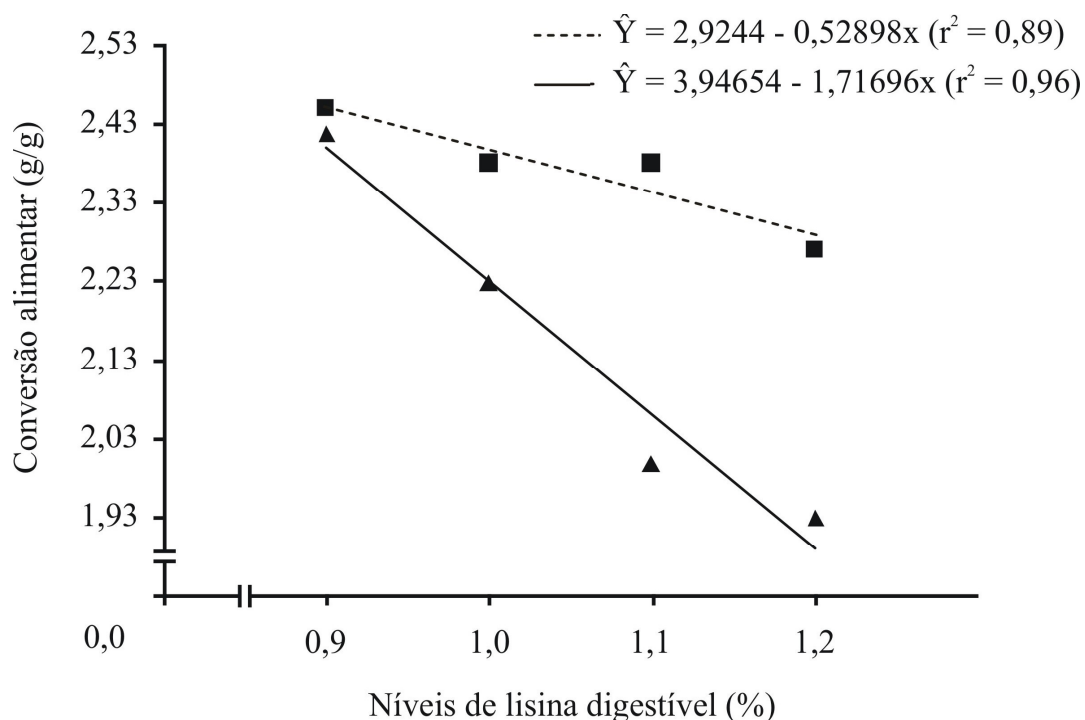
(▲) = níveis de lisina obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja;
 (■) = níveis de lisina obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja nas rações

Figura 1 – Ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 22 a 42 dias de idade

empregada na formulação de rações pode interferir na determinação da exigência de lisina para frangos de corte. Além disso, em concordância com este trabalho, o nível de 1,52% de lisina estimado por Campestrini *et al.* (2008) para maior resposta de GP permite inferir, que o requerimento de lisina para frangos de corte atuais possa ser superior ao recomendado nas tabelas convencionais de exigências nutricionais (NRC, 1994; ROSTAGNO *et al.*, 2005).

E feitos positivos do aumento dos níveis de lisina sobre o GP de frangos de corte são comumente observados na literatura, embora a magnitude da resposta aos níveis seja variada entre os diversos trabalhos (LECLERCQ *et al.*, 1998; CONHALATO *et al.*, 1999; REZAEI *et al.*, 2004; LANA *et al.*, 2005; VIOLA *et al.*, 2009a; COSTA *et al.*, 2001; 2006; AMARANTE JR. *et al.*, 2005; DOZIER *et al.*, 2008; GOULART *et al.*, 2008). Isso permite inferir que fatores relacionados à ração ou ao potencial genético das aves, entre outros, podem estar envolvidos no diferente comportamento das respostas observadas.

A conversão alimentar (CA) foi influenciada pelos níveis de lisina das rações M+FS ($P < 0,01$) e PB+AA ($P < 0,05$) e melhorou de forma linear (Figura 2) à medida que as



(▲) = níveis de lisina obtidos pela variação na proporção de milho e farelo de soja;
 (■) = níveis de lisina obtidos pela suplementação com aminoácidos industriais mantendo fixas as quantidades de milho e farelo de soja nas rações

Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina, no período de 22 a 42 dias de idade

concentrações de lisina foram elevadas. Efeitos positivos do aumento dos níveis de lisina na ração, suplementada ou não com aminoácidos industriais, sobre a CA de frangos na fase de crescimento foram relatados por diversos pesquisadores (LECLERCQ *et al.*, 1998; RESAEI *et al.*, 2004; LANA *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2006; ASSIS *et al.*, 2008; BALBINO *et al.*, 2008; VIOLA *et al.*, 2009a; GHAHRI *et al.*, 2010).

Apesar dos níveis de lisina terem influenciado positivamente a conversão alimentar das aves em ambos os tipos de ração, a intensidade de melhora observada neste parâmetro variou em função do tipo de ração. Enquanto os frangos alimentados com a ração M+FS apresentaram melhora de 20,2% na CA, os frangos que receberam a ração PB+AA apresentaram melhora de 7,3% entre o menor e o maior nível de lisina avaliado (0,90 e 1,20%). Este resultado está de acordo com Assis *et al.* (2008) e Balbino *et al.* (2008), que também observaram maior intensidade de melhora neste parâmetro nas aves que receberam ração cujo os níveis de lisina foram obtidos pela variação nos teores de milho e soja em relação à que foi suplementada com aminoácidos industriais.

Uma vez que a ração PB+AA foi formulada para atender as exigências das aves mantendo as relações entre aminoácidos, conforme proposto por Rostagno *et al.* (2005), o fato desta ter proporcionado desempenho inferior ao da ração M+FS permite inferir que possa haver alguma imprecisão nas relações entre os aminoácidos essenciais e a lisina digestível, ou que tenha ocorrido deficiência de algum aminoácido considerado dispensável, principalmente quando se utiliza níveis mais elevados de lisina digestível. Considerando o potencial produtivo dos frangos de corte atuais é possível que a síntese endógena de aminoácidos outrora considerados dispensáveis não seja suficiente para atender a demanda para o crescimento dessas aves.

Os resultados para características de carcaça e cortes nobres das aves, em função dos níveis de lisina dentro de cada método de formulação de ração, estão apresentados na Tabela 7. Ocorreu interação entre os níveis de lisina e método de formulação de ração sobre os pesos absoluto e relativo de carcaça, de coxa, de sobrecoxa, de peito com osso de peito sem osso de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade (Tabelas 8 e 9). Entretanto, não foi observado efeito de interação sobre os pesos absoluto e relativo de gordura abdominal.

Foi observado efeito ($P>0,01$) dos níveis de lisina sobre o peso absoluto da carcaça das aves alimentadas com a ração M+FS, que aumentou de forma linear conforme a equação: $\hat{Y} = 495,703 + 1157,96X$ ($r^2=0,92$). Este resultado está de acordo com os de Assis *et al.* (2008) e Balbino *et al.* (2008), que observaram aumento linear do peso absoluto da carcaça com o aumento dos níveis de lisina ao utilizar ração formulada à base de milho e farelo de soja e sem suplementação com aminoácidos industriais. O rendimento de carcaça também aumentou ($P<0,01$) de forma linear com o aumento dos níveis de lisina da ração M+FS, de acordo com a equação: $\hat{Y} = 73,6546 + 6,04873X$ ($r^2=0,83$), indicando que houve maior ganho de carcaça em relação às vísceras à medida que se elevou os níveis de lisina da ração M+FS. Este resultado discorda dos encontrados por Assis *et al.* (2008) e Balbino *et al.* (2008), que não encontraram efeito dos níveis de lisina da ração M+FS sobre o rendimento de carcaça.

Os pesos absoluto e relativo da carcaça das aves alimentadas com a ração PB+AA não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de lisina da ração. De forma contrária, Assis *et al.* (2008) e Balbino *et al.* (2008) observaram aumento linear no peso absoluto da carcaça de frangos em função do aumento dos níveis de lisina da ração PB+AA, embora não tenham observado variação no peso relativo quando utilizaram a ração PB+AA, conforme ocorreu neste estudo.

Tabela 7 – Pesos absoluto (**P**) e relativo (**R**) de carcaça (C), de coxa (CX), de sobrecoxa (SCX), de peito com osso (PO) de peito sem osso (PSO) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina digestível, dos 22 a 42 dias de idade

Parâmetros	Níveis de lisina				$\bar{X}$	CV (%)
	0,90	1,00	1,10	1,20		
	M+FS ^a					
PC ¹	1512	1672	1831	1844	1703	5,53
PPO ³	470	541	582	588	541	7,65
PPSO ³	350	401	446	445	407	8,74
PCX ¹	189	204	231	233	213	9,22
PSCX ¹	192	205	236	241	217	11,16
PGA ²	27,3	28,9	26,4	21,9	26,15	41,42
RC ¹	78,81	80,09	80,58	80,63	79,96	2,73
RPO	31,55	32,90	32,22	32,32	32,22	5,65
RPSO	23,44	24,38	24,69	24,46	24,20	7,47
RCX	12,71	12,38	12,76	12,80	12,66	6,52
RSCX	12,86	12,49	13,05	13,27	12,91	9,55
RGA ¹	1,85	1,75	1,47	1,20	1,58	43,46
	PB+AA ^b					
PC	1564	1580	1547	1613	1576	5,69
PPO ³	497	484	480	515	493	7,91
PPSO ³	374	359	357	376	366	9,57
PCX	189	196	191	199	194	9,04
PSCX	199	199	195	194	196	10,36
PGA	29,4	30,4	28,3	27,8	28,9	35,33
RC	79,55	79,51	79,48	79,11	79,41	2,56
RPO ³	32,27	31,02	31,49	32,38	31,74	4,82
RPSO ³	24,28	23,01	23,38	23,66	23,54	6,82
RCX	12,26	12,56	12,51	12,51	12,47	5,96
RSCX ¹	12,97	12,74	12,75	12,19	12,66	8,87
RGA	1,92	1,95	1,87	1,75	1,87	35,80

^{1,2} Efeito linear (P<0,01) e (P<0,09), respectivamente.

⁴ Efeito quadrático (P<0,01).

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

Os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram (P<0,01) de forma quadrática os pesos absolutos de peito com osso e sem osso, que aumentaram até os níveis estimados de 1,17 e 1,18%, respectivamente, de acordo com as equações: $\hat{Y} = -164,31 + 3817,41X - 1631,00X^2$ ($r^2=0,99$) e $\hat{Y} = -1335,69 + 3027,23X - 1285,02X^2$ ($r^2=0,99$). Este resultado está de acordo com os de Balbino (2008), que observou efeito quadrático dos níveis de lisina da ração M+FS sobre o peso de peito com osso, que aumentou até o nível estimado de 1,13%, para frangos em ambiente termoneutro. Porém, de acordo com

Tabela 8 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o peso absoluto (**P**) de carcaça (C), de coxa (CX), de sobrecoxa (SCX), de peito com osso (PO) de peito sem osso (PSO) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade

Fatores	Variáveis avaliadas					
	PC	PPO	PPSO	PCX	PSCX	PGA
	Probabilidades					
NLis	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	>0,21
MFR	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,09
Interação NLis x MFR	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NS*
CV (%)	5,61	7,78	9,15	9,14	10,80	38,12

* Não significativo.

Tabela 9 – Probabilidades para os efeitos dos níveis de lisina (NLis) e métodos de formulação de ração (MFR) sobre o peso relativo (**R**) de carcaça (C), de coxa (CX), de sobrecoxa (SCX), de peito com osso (PO) de peito sem osso (PSO) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade

Fatores	Variáveis avaliadas					
	RC	RPO	RPSO	RCX	RSCX	RGA
	Probabilidades					
NLis	>0,29	NS*	NS*	NS*	NS*	<0,03
MFR	>0,07	>0,09	<0,02	>0,11	>0,17	<0,01
Interação NLis x MFR	>0,09	<0,01	<0,02	>0,30	<0,05	NS*
CV (%)	2,64	5,24	7,15	6,24	9,21	39,17

* Não significativo.

este pesquisador, em ambiente de estresse por calor o peso de peito aumentou de forma linear em função dos níveis de lisina da ração M+FS.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina sobre os rendimentos de peito com osso e peito sem osso das aves alimentadas com ração M+FS, corroborando os resultados encontrados por Balbino *et al.* (2008), que também não observaram efeito dos níveis de lisina da ração M+FS sobre o rendimento de peito de frangos mantidos em ambiente de estresse por calor. Por outro lado, diferem dos encontrados por Assis *et al.* (2008), que observaram efeito quadrático dos níveis de lisina sobre o rendimento de peito que aumentou até o nível ótimo de 1,04% de lisina na ração M+FS.

Os níveis de lisina da ração PB+AA influenciaram ($P<0,01$) de forma quadrática os pesos absolutos do peito com osso e sem osso, que reduziram até os níveis estimados de 1,03 e 1,05%, respectivamente, de acordo com as equações: $\hat{Y} = 1748,05 - 2463,81X + 1195,57X^2$ ($r^2=0,93$) e $\hat{Y} = 1311,07 - 1823,42X + 870,052X^2$ ($r^2=0,98$). Os rendimentos de peito com

osso e sem osso também foram influenciados ($P<0,01$) pelos níveis de lisina da ração PB+AA, e reduziram de forma quadrática até os níveis estimados de 1,04 e 1,07%, respectivamente, de acordo com as equações: $\hat{Y} = 88,9764 - 111,077X + 53,3127X^2$ ($r^2=0,93$) e $\hat{Y} = 66,3906 - 81,0935X + 37,9717X^2$ ($r^2=0,80$).

Apesar dos resultados encontrados neste estudo para os pesos absoluto e relativo de peito, a maioria dos resultados presentes na literatura tem mostrado ausência de resposta (LANA *et al.*, 2005; SIQUEIRA *et al.*, 2007; ASSIS *et al.*, 2008; BALBINO (2008); GOULART *et al.*, 2008) ou melhora nestas variáveis (KERR *et al.*, 1999; KIDD *et al.*, 2004; REZAEI *et al.*, 2004; MUKHTAR *et al.*, 2007; GHAHRI *et al.*, 2010) em função de aumentos nos níveis de lisina digestível na ração.

O padrão de resposta dos pesos absoluto e relativo do peito com osso e sem osso obtido neste estudo não está, a princípio, coerente com a melhora linear observada no peso absoluto de carcaça em função dos níveis de lisina.

Os pesos da coxa e da sobrecoxa das aves alimentadas com ração M+FS aumentaram ($P<0,01$) de forma linear em função dos níveis de lisina da ração, respectivamente, de acordo com as equações: $\hat{Y} = 48,5171 + 157,466X$ ($r^2=0,93$) e $\hat{Y} = Y = 31,4825 + 177,883X$ ($r^2=0,95$). De forma semelhante, Balbino (2008) observou aumento linear no peso absoluto de coxa e sobrecoxa em função do aumento do nível de lisina digestível da ração M+FS, em frangos mantidos tanto em ambiente termoneutro quanto no estresse por calor.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina da ração M+FS sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa. Estes resultados diferem dos encontrados por Assis *et al.* (2008) e Balbino *et al.* (2008) que observaram melhora no rendimento de coxa das aves que receberam rações M+FS contendo níveis crescentes de lisina. Contudo, estes pesquisadores também não encontraram efeito sobre o rendimento de sobrecoxa.

Em relação às aves que receberam a ração PB+AA, os níveis de lisina não influenciaram ($P>0,05$) os pesos absolutos de coxa e sobrecoxa, corroborando com os resultados obtidos por Balbino (2008), que também não observou influência dos níveis de lisina sobre o peso absoluto da coxa de frangos que receberam rações PB+AA. Entretanto, este resultado contrasta com os encontrados por Lana *et al.* (2005), Siqueira *et al.* (2007) e Viola *et al.* (2009b) que observaram aumento linear dos pesos absolutos de coxa e sobrecoxa de frangos de corte, em função do aumento dos níveis de lisina na ração.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina da ração PB+AA sobre o rendimento de coxa. Este resultado diverge dos resultados obtidos por Lana *et al.* (2005), Siqueira *et al.* (2007) e Trindade Neto *et al.* (2010), que verificaram efeitos positivos do aumento dos níveis de lisina sobre o rendimento de coxa de frangos, em rações suplementadas com aminoácidos industriais.

O peso relativo de sobrecoxa foi influenciado ($P<0,01$) pelos níveis crescentes de lisina da ração PB+AA, apresentando redução linear de acordo com a equação: $\hat{Y} = 15,0951 - 2,31023X$ ($r^2=0,80$). Este resultado está de acordo com Siqueira *et al.* (2007), que também encontraram redução do rendimento de sobrecoxa em decorrência de níveis crescentes de lisina na ração. Contudo, divergem dos obtidos por Lana *et al.* (2005), que não observaram variação no rendimento de sobrecoxa em função dos níveis de lisina da ração. Da mesma forma, difere de Mukhtar *et al.* (2007) e Trindade Neto *et al.* (2010) que observaram melhora no rendimento de sobrecoxa de frangos alimentados com rações contendo níveis crescentes de lisina.

Com relação à gordura abdominal, os níveis de lisina da ração M+FS influenciaram ($P<0,09$) o peso absoluto desta variável, que reduziu de forma linear segundo a equação: $\hat{Y} = 45,0246 - 18,1052X$ ($r^2=0,64$). Este resultado difere dos encontrados por Balbino (2008), que observou efeito quadrático dos níveis de lisina da ração M+FS sobre o peso de gordura abdominal que aumentou até o nível de 1,01% de lisina na ração. Em contrapartida, nos frangos mantidos sob estresse por calor, este pesquisador observou redução linear do peso deste parâmetro em função dos níveis crescentes de lisina na ração M+FS. Assim, pode-se inferir que os períodos de temperatura elevada que ocorreram durante a condução deste trabalho pode ter contribuído para a ocorrência deste resultado.

O rendimento de gordura abdominal reduziu ($P<0,01$) de forma linear em função dos níveis de lisina, de acordo com a equação: $\hat{Y} = 3,86417 - 2,18862X$ ($r^2=0,96$). Estes resultados corroboram os encontrados por Balbino (2008), que também observou redução linear do rendimento de gordura abdominal, em decorrência de níveis crescentes de lisina na ração M+FS, de frangos de corte submetidos ou não ao estresse por calor.

Por outro lado, nos frangos alimentados com ração PB+AA, não foram observados ($P>0,05$) efeitos dos níveis crescentes de lisina sobre os pesos absoluto e relativo da gordura abdominal. Este resultado está de acordo com os encontrados por Almeida *et al.* (2002) e

Goulart *et al.* (2008), que também não observaram efeito dos níveis de lisina sobre estes parâmetros em frangos alimentados com ração suplementada com aminoácidos industriais.

A partir dos dados obtidos, pode-se inferir que o nível de proteína bruta da ração influencia o padrão de resposta da gordura abdominal. De acordo com Rosebrough *et al.* (2002; 2007; 2011), o aumento dos níveis de proteína bruta na ração reduz a lipogênese *in vitro*, atuando tanto na regulação do mRNA quanto nos eventos pós-transcricionais envolvidos na lipogênese das aves. Este fato pode justificar a maior intensidade de resposta, observada entre o menor e o maior nível de lisina digestível, sobre o peso e o rendimento de gordura abdominal das aves alimentadas com a ração M+FS em comparação com as alimentadas com a ração PB+AA.

O aumento dos níveis de lisina da ração, obtido por meio da variação na relação M+FS, proporcionou ($P < 0,01$) aumento linear no consumo, excreção e retenção de nitrogênio total (Tabela 10), de acordo com as equações: $\hat{Y} = 4,01102 + 18,4391X$ ($r^2=0,98$); $\hat{Y} = 2,80961 + 6,88778X$ ($r^2=0,99$) e $\hat{Y} = 1,20142 + 11,5513X$ ($r^2=0,93$), respectivamente. Entretanto, os dados relativos (%) de excreção e de retenção de nitrogênio não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de lisina da ração M+FS.

Os níveis de lisina da ração PB+AA, por sua vez, não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo, retenção e excreção (valores totais e relativos) de nitrogênio, o que é atribuído ao menor teor de PB desta ração e ao melhor ajuste dos níveis de aminoácidos, obtido por meio de suplementação com aminoácidos industriais, para atender as necessidades nutricionais das aves. De forma semelhante, vários pesquisadores têm demonstrado que a taxa de N excretado pelas aves reduz em função da ingestão de menor quantidade de N, quando se utiliza rações com baixo teor de PB e suplementação com aminoácidos industriais (WALDROUP *et al.*, 1976; ALETOR *et al.*, 2000; CORZO *et al.*, 2005; FARIA FILHO *et al.*, 2006; KAMRAN *et al.*, 2010).

Sabe-se que o aumento da excreção de nitrogênio é indesejável, uma vez que o desperdício de nutrientes torna a produção animal onerosa e pouco competitiva no mercado, além de contribuir com o aumento da poluição ambiental, o que torna a ração M+FS pouco atrativa sob esse aspecto. No entanto, a ração M+FS se destaca por proporcionar valores absolutos de retenção de nitrogênio 14,6% maior para o nível de 1,00% de lisina testado e 36,7% maior para o nível de 1,20% de lisina quando comparado aos valores de retenção de nitrogênio apresentado pelas aves que receberam ração PB+AA. Estes resultados justificam os

Tabela 10 - Eficiência de utilização de nitrogênio (N) em frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de lisina dos 22 aos 42 dias

Parâmetros	Níveis de lisina			$\bar{X}$	CV (%)
	0,90	1,00	1,20		
	M+FS ^a				
Ingestão de N (g) ¹	20,3	22,9	26,0	23,1	4,40
Excreção de N (g) ¹	9,1	9,6	11,1	9,9	8,24
Retenção de N (g) ¹	11,2	13,3	14,9	13,1	6,10
Excreção de N (%)	44,7	42,0	42,7	43,1	6,52
Retenção de N (%)	55,3	58,0	57,3	56,9	4,94
	PB+AA ^b				
Ingestão de N (g)	20,3	20,7	20,0	20,3	5,57
Excreção de N (g)	9,1	9,1	9,1	9,1	8,64
Retenção de N (g)	11,2	11,6	10,9	11,2	8,72
Excreção de N (%)	44,7	43,9	45,5	44,7	7,50
Retenção de N (%)	55,3	56,1	54,5	55,3	6,06

¹ Efeito linear (P<0,01).

^a Níveis de lisina digestível obtidos por meio da variação nas quantidades de milho e soja na ração.

^b Níveis de lisina digestível obtidos por meio de inclusão de aminoácidos industriais na ração.

maiores valores dos pesos absoluto e relativo do peito com osso e sem osso, da coxa e da sobrecoxa observados nas aves que receberam a ração M+FS.

Dessa forma, fica evidenciado que as rações em que os níveis de lisina digestível foram obtidos pelo método da redução da PB com suplementação de aminoácidos industriais, embora possibilitem reduzir a excreção de nitrogênio, comprometem o desempenho, o rendimento de carcaça e de cortes nobres das aves. Isso indica que este método pode estar apresentando alguma deficiência que impede as aves de expressarem seu máximo potencial genético para produção, não sendo, portanto, apropriado para determinação das exigências nutricionais dos frangos de corte no período estudado.

Conclusão

Conclui-se que os níveis de 1,20 e 0,90% de lisina digestível, respectivamente, das rações M+FS e PB+AA, proporcionam o melhor desempenho e rendimento de cortes nobres em frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade.

Literatura Consultada

- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. *et al.* Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass, characteristics, whole-body, composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ALMEIDA, I.C.L.; MENDES, A.A.; OLIVEIRA, E.G. *et al.* Efeito de dois níveis de lisina e do sexo sobre o rendimento e a qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1744-1752, 2002.
- AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina + cistina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1188-1194, 2005.
- ASSIS, A.P.; BALBINO, E.M.; CAMPOS, P.H.R.F. *et al.* Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em termoneutralidade dos 22 aos 42 dias de idade. In: Zootec 2008, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BALBINO, E.M. **Níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com aminoácidos industriais para frangos de corte mantidos em diferentes ambientes térmicos**. 2008. 82f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- BALBINO, E.M.; ASSIS, A.P.; SOUZA, M.G. *et al.* Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em ambiente de calor dos 22 aos 42 dias de idade. In: ZOOTECH 2008, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BOGOSAVLJEVIĆ-BOŠKOVIĆ, S.; PAVLOVSKI, Z.; PETROVIĆ, M.D. *et al.* Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. **African Journal of Biotechnology**, v.9, p.9177-9182, 2010.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1993-2002, 2002.
- BOSKOVIC, S.B.; PAVLOVSKI, Z.; PETROVIC, M.D. Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. **African Journal of Biotechnology**, v.9, p.9177-9182, 2010.
- CAMPESTRINI, E.; BARBOSA, M.J.B.; NUNES, R.V. *et al.* Níveis de lisina com dois balanços eletrolíticos para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 40 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1405-1411, 2008.
- CAPERNA, T.J.; ROSEBROUGH, R.W.; MCMURTRY, J.P. *et al.* Influence of dietary protein on insulin-like growth factor binding proteins in the chicken. Comparative biochemistry and physiology - Parte B: **Biochemistry Molecular Biology**, v.124, p.417-421, 1999.
- COBB. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. S.I.: s.n., 2005, 58p.

- CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.98-104, 1999.
- CORZO, A.; FRITTS, C.A.; KIDD, M.T. *et al.* Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, p.319-327, 2005.
- COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; NASCIMENTO, G.A.J. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.759-766, 2006.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1490-497, 2001.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.85, p.288-296, 2006.
- DIRAIN, C.P.; WALDROUP, P.W. Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: a review. **International Journal of Poultry Science**, v.1, p.40-46, 2002.
- DOZIER, W.A.; CORZO, A.; KIDD, M.T. *et al.* Dietary digestible lysine requirements of male and female broilers from forty-nine to sixty-three days of age. **Poultry Science**, v.87, p.1385-1391, 2008.
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. *et al.* Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.101-106, 2006.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006. Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2006. p.104-135.
- GARCIA, A.R.; BATALLA, A.B.; BAKER, D.H. Variations in the digestible lysine requirement of broiler chickens due to sex, performance parameters, rearing environment, and processing yield characteristics. **Poultry Science**, v.85, p.498-504, 2006.
- GHAHRI, H.; GAYKANI, R.; TOLOIE, T. Effect of dietary crude protein level on performance and Lysine requirements of male broiler chickens. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, p.1228-1234, 2010.
- GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P.; LIMA NETO, R.C. *et al.* Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.876-882, 2008.
- KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; MAHR-UN-NISA *et al.* Effect of Low Levels of Dietary Crude Protein with Constant Metabolizable Energy on Nitrogen Excretion, Litter Composition and Blood Parameters of Broilers. **International Journal Of Agriculture & Biology**, v.12, p.401-405, 2010.
- KERR, B.J.; KIDD, M.T.; HALPIN, K.M. *et al.* Lysine level in creaseless and performance of broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.381-390, 1999.

- KIDD, M.T.; MCDANIEL, C.D.; BRANTON, S.L. *et al.* Increasing Amino Acid Density Improves Live Performance and Carcass Yields of commercial Broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, p.593-604, 2004.
- KITA, K.; NAGAO, K.; TANEDA, N. *et al.* Insulin-like growth factor binding protein-2 gene expression can be regulated by diet manipulation in several tissues of young chickens. **Journal of Nutrition**, v.132, p.145-151, 2002.
- KITA, K.; OKUMURA, J. Dietary protein levels alter plasma insulin-like growth factor-I concentration of chicks. **Japanese Poultry Science**, v.36, p.25-30, 1999.
- LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1624-1632, 2005.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77 p.118-123, 1998.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p.111-118.
- LISBOA, J.S.; SILVA, D.J.; SILVA, M.A. *et al.* Rendimento de carcaça de três grupos genéticos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.548-554, 1999.
- MARTINEZ, K.L.A.; PEZZATO, A.C.; GONÇALVES, J.C. *et al.* Níveis de lisina em rações formuladas a partir de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte submetidos a diferentes temperaturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- MEDEIROS, C.M.; BAETA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. *et al.* Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.277-286, 2005.
- MORAN JUNIOR, E.T.; BUSHONG, R.D.; BILGILI, S. F. Reducing dietary protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. **Poultry Science**, v.71, p.1687-1694, 1992.
- MUKHTAR, M.A.; MEKKAWI, A.; ELTIGANI, M. The effect of feeding increasing levels of synthetic lysine and methionine in broiler chicks. **Research Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v.2, p.18-20, 2007.
- NAGAO, K.; HIRAMATSU, K.; TSUKADA, A. *et al.* Effects of insufficient level of dietary protein on IGF-I and IGFBPs in young chickens. **Journal of Poultry Science**, v.47, p.236-239, 2010.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of poultry**. Nutrient requirements of domestic animals. 9 ed. Washington: National Academic, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.

- OLIVEIRA, W.P.; SOUZA, M.F.; ANTUNES, M.V.L. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte no período de 08 a 21 dias de idade. In: Zootec 2009, 2009, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia, 2009.** (CD-ROM).
- OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1092-1098, 2010.
- REZAEI, M.; MOGHADDAM, H.N.; REZA, J.P. *et al.* The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.148-152, 2004.
- ROSEBROUGH, R.W.; MITCHELL, A.D.; McMURTRY, J.P. Dietary Crude Protein Changes Rapidly Alter Metabolism and Plasma Insulin-Like Growth Factor I Concentrations In Broiler Chickens. **The Journal of Nutrition**, v.126, p.2888-2898, 1996.
- ROSEBROUGH, R.W.; POCH, S.M.; RUSSELL, B.A. *et al.* Dietary protein regulates in vitro lipogenesis and lipogenic gene expression in broilers. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.32, p.423-432, 2002.
- ROSEBROUGH, R.W.; RUSSELL, B.A.; POCH, S.M. *et al.* Expression of lipogenic enzymes in chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology - Parte A: Molecular & Integrative Physiology**, v.147, p.215-222, 2007.
- ROSEBROUGH, R.W.; RUSSELL, B.A.; RICHARDS, M.P. Further studies on short-term adaptations in the expression of lipogenic genes in broilers. **Comparative Biochemistry and Physiology - Parte A: Molecular & Integrative Physiology**, v.159, p.1-6, 2011.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p.65-83.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SIQUEIRA, J.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2054-2062, 2007.
- SKRIVAN, M.; TŮMOVÁ, E. Slaughter utility of 5- to 8-weeks' male chickens Hybro, Ross 208 and Ross PM 3 (in Czech). **Živoč. Výr.** v.35, p.1049-1257, 1990.
- STERLING, K.G.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. **Poultry Science**, v.85, p.1045-1054, 2006.

- STRAUS, D.S. Nutritional regulation of hormones and growth factor4-U control mammalian growth. **The FASEB Journal**, v.8, p.6-12, 1994.
- SURISDIARTO, I.; FARRELL, D.J. The relationship between dietary crude protein and dietary lysine requirement by broiler chicks on diets with and without the “ideal amino acid balance”. **Poultry Science**, v.70, p.830-836, 1991.
- TRINDADE NETO, M.A.; KOBASHIGAWA, E.; NAMAZU, L.B. *et al.* Lisina digestível e zinco orgânico para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2460-2470, 2010.
- TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.508-514, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 2001. 301p.
- VALÉRIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.372-382, 2003.
- VIOLA, T.H.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. *et al.* The influence of crude protein level in the basal diet on the determination of lysine requirements for broiler performance and part yields. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.11, p.155-160, 2009a.
- VIOLA, T.H.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. *et al.* Desempenho e peso de frações corporais, na suplementação crescente de lisina, dos 19 aos 40 dias de idade em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, p.515-521, 2009b.
- WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter? In: 15th ANNUAL ASAIM SOUTHEAST ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, *Conrad Bali Resort*, Indonesia. 2007, p.1-5.
- WALDROUP, P.W.; JIANG, Q.; FRITTS, C.A. Influence of ad libitum or control feeding on performance of broilers fed diets low in crude protein. **International Journal Poultry Science**, v.4, p.274-279, 2005.
- WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; PAYNE, J.R. *et al.* Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. **Poultry Science**, v.55, p.243-253, 1976.

VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE, MANTIDOS EM AMBIENTE DE TERMONEUTRALIDADE

Resumo – Este estudo foi realizado com o objetivo de validar as relações dos aminoácidos Treonina, Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano com a lisina na proteína ideal para frangos de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro. Foram utilizados 336 frangos machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos (rações) [basal; cinco rações com as relações ideais com a lisina: treonina (Tre), valina (Val), isoleucina (Ile), arginina (Arg), triptofano (Trp); proteína ideal (PI); PI+ácido glutâmico+glicina (PI+Glu+Gli)], seis repetições e sete aves por repetição. As aves foram alojadas em baterias metálicas, em salas climatizadas com temperatura ambiental de $23,8 \pm 1,15^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $69,8 \pm 5,59\%$ e ITGU calculado de $70,9 \pm 1,66$. Não foi observado efeito das rações experimentais no consumo de ração, no ganho de peso e na conversão alimentar. Da mesma forma, os pesos absolutos e relativos de carcaça, peito com osso e peito sem osso não foram influenciados pelas rações experimentais. Ambos os pesos absoluto e relativo da gordura abdominal variaram em função das rações experimentais, apresentando o maior valor na ração PI e o menor valor na ração Tre. O aumento da disponibilidade de energia na ração PI pode justificar este resultado. Conclui-se que as relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10% na base digestível na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005) estão adequadas para frangos de corte submetidos ao ambiente termoneutro dos 22 aos 42 dias de idade.

Palavras-chave: ambiente térmico, aminoácidos, desempenho, frangos de corte, proteína ideal

VALIDATION OF IDEAL PROTEIN FOR BROILERS OF 22 TO 42 DAYS OF AGE UNDER THERMONEUTRAL ENVIRONMENT

Abstract – This study was carried out with the objective of validating the following amino acids ratios: Threonine, Valine, Isoleucine, Arginine and Tryptophan with Lysine in the ideal protein for broilers of 22 to 42 days of age under thermoneutral environment. A total of 336 male broilers were distributed in a completely randomized design with eight treatments (diets) [basal; five diets with ideal ratios with lysine: threonine (Thr), valine (Val), isoleucine (Ile), arginine (Arg), tryptophan (Trp); ideal protein (IP); IP+glutamic acid+glycine (IP+Glu+Gly)], six replicates and seven birds per replicate. Birds were housed in metal cages, in air-conditioned rooms with ambient temperature of $23.8 \pm 1.15^{\circ}\text{C}$, relative humidity of $69.8 \pm 5.59\%$ and wet bulb globe temperature (WBGT) of 70.9 ± 1.66 . No effect of experimental diets was observed on feed intake, weight gain or feed conversion. Likewise, neither the absolute and relative weight of carcass, boned and boneless breast, nor the absolute weight of leg was affected by experimental diets. Both absolute and relative weight abdominal fat varied in function of experimental diets, presenting the greatest value for the IP diet and the lowest for the Thr diet. The increase in the energy availability of the IP diet may explain this result. One can conclude, thus, that the ratios of amino acids threonine, tryptophan, arginine, valine and isoleucine with lysine at the 1.10% level on digestible basis in the ideal protein recommended by Rostagno *et al.* (2005) are adequate for broilers at 22 to 42 days of age under thermoneutral environment.

Key Words: amino acids, broilers, ideal protein, performance, thermal environment

Introdução

O progresso da indústria avícola tem se valido da utilização de aves com elevada taxa de crescimento e deposição de carne, assim como da utilização de rações com níveis nutricionais cada vez mais adequados às necessidades dessas aves. Além de a alimentação ser determinante para o desempenho da ave, ela representa uma parcela expressiva do custo total da produção. Assim, tem sido considerado o emprego de níveis mínimos de nutrientes, mas que garantem o máximo desempenho das aves (COSTA *et al.*, 2008).

Durante anos a formulação de rações para frangos de corte foi realizada tomando-se como base a proteína bruta dos ingredientes (DIONÍZIO *et al.*, 2005). Atualmente, com o entendimento de que a exigência nutricional das aves é por aminoácidos e não simplesmente por proteína bruta (NASCIMENTO, 2004), o conceito de proteína ideal tem sido empregado na formulação de rações. Este método consiste em fornecer um balanceamento exato de aminoácidos essenciais, sem deficiências ou sobras, e expressos como porcentagem da exigência de lisina (BAKER & HAN, 1994).

Com a utilização de aminoácidos industriais digestíveis em substituição à proteína bruta da ração, torna-se possível fornecer níveis de aminoácidos mais ajustados às exigências das aves, como também reduzir a excreção de nitrogênio pela ave (ROSTAGNO *et al.*, 1999; OLIVEIRA NETO; OLIVEIRA, 2009). Além disso, estudos têm demonstrado que essa prática não altera o desempenho dos frangos de corte (COSTA *et al.*, 2001; FARIA FILHO *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008). No entanto, pesquisas recentes (ASSIS *et al.*, 2008; BALBINO *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009) têm relatado que a redução da principal fonte vegetal de proteína da ração, com suplementação de aminoácidos industriais para manter as relações ideais entre aminoácidos essenciais, proporcionam desempenho e características de carcaça inferiores aos proporcionados por rações formuladas para atender o nível de lisina apenas com a variação na proporção de milho e farelo de soja. Este fato leva a questionar se as relações aminoacídicas vigentes, já determinadas em tabelas, estão adequadas às necessidades nutricionais das aves ou se há ainda uma lacuna de conhecimento sobre o assunto.

Dessa forma, realizou-se este estudo para validar as relações dos aminoácidos Treonina, Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano com a lisina na proteína ideal para frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG. Foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com 22 dias de idade e peso inicial médio de 959,6g, vacinados contra as doenças de Marek e Bouda aviária, mantidos em câmaras climáticas com temperatura constante de termoneutralidade e umidade relativa do ar mantida entre 55 e 65%.

Durante o período de 1 a 21 dias de idade, as aves foram criadas em galpão convencional, manejadas de acordo com o manual da linhagem (COBB, 2005) e receberam ração com 3.000 kcal de EM/kg e 21,8% de PB, formulada para satisfazer suas exigências nutricionais, conforme preconizado por Rostagno *et al.* (2005). No 22º dia de idade os frangos foram pesados e transferidos para as câmaras climáticas, onde foram alojadas em baterias metálicas constituídas de gaiolas com dimensões de 0,85 x 0,85 x 0,45m (comprimento, largura e altura, respectivamente) providas de comedouro e bebedouro tipo calha.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos [ração basal; cinco rações com as relações ideais entre aminoácidos essenciais/lisina: treonina (Tre), valina (Val), isoleucina (Ile), arginina (Arg), triptofano (Trp); ração proteína ideal (PI); ração PI+ácido glutâmico+glicina (PI+Glu+Gli)], seis repetições e sete aves por repetição.

A ração basal (Tabelas 1 e 2) foi formulada à base de milho, farelo de soja, DL-metionina e suplementada com minerais e vitaminas, para atender as exigências nutricionais das aves, com 1,10% de lisina na ração, segundo recomendações de Rostagno *et al.* (2005). A relação de cada aminoácido a ser avaliada foi obtida por meio de ajustes na proporção de milho e farelo de soja. À medida que o nível de proteína bruta foi reduzido, foi adicionada L-lisina-HCl (78,5%) para tornar as rações isolisínicas digestíveis. Em cada tratamento, os aminoácidos que não tiveram suas relações com a lisina avaliadas, foram mantidos no mesmo nível da ração basal por meio de suplementação com aminoácidos industriais quando necessário. O fornecimento de ração e água foi à vontade, sendo que a água foi trocada três vezes ao dia para manter a sua qualidade.

O monitoramento e o registro das condições ambientais no interior das câmaras climáticas foram realizados duas vezes ao dia (8h00 e 17h00), por meio de conjunto de termômetros (de bulbo seco, bulbo úmido e de globo negro) mantidos no centro das salas. Os

Tabela 1 – Composições percentual e centesimal calculadas das rações experimentais, para o período de 22 aos 33 dias de idade

Ingredientes (%)	Tratamentos							
	Basal	Tre	Val	Ile	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli
Milho	52,439	54,148	57,041	60,200	62,440	63,666	64,548	62,256
Farelo de soja	38,340	36,675	33,900	30,860	28,918	27,220	27,220	27,220
Óleo vegetal	5,716	5,477	5,040	4,574	4,191	4,136	3,809	4,684
Fosfato bicálcico	1,660	1,669	1,683	1,699	1,708	1,720	1,716	1,726
Calcário	0,840	0,844	0,850	0,856	0,861	0,863	0,865	0,860
Sal comum	0,467	0,466	0,466	0,465	0,464	0,464	0,463	0,465
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Avilamicina ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-metionina (99%)	0,193	0,207	0,230	0,256	0,272	0,288	0,285	0,292
L-lisina HCL (78,5%)		0,052	0,138	0,233	0,293	0,347	0,345	0,351
L-treonina (98,5%)			0,067	0,113	0,142	0,169	0,142	0,148
L-valina (99%)		0,027		0,123	0,154	0,184	0,108	0,116
L-isoleucina (99%)		0,029	0,076		0,160	0,190	0,061	0,066
L-arginina (99%)		0,052	0,139	0,234		0,348	0,052	0,061
L-triptofano (99%)		0,009	0,025	0,042	0,052			0,001
Ácido Glutâmico (99%)								1,000
Glicina (98%)						0,060	0,041	0,409
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada								
Proteína bruta (%)	22,24	21,60	20,54	19,38	18,65	17,96	18,03	18,93
Energia metab. (Kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Fósforo Disponível (%)	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418
Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Metionina+cistina dig. (%)	0,793	0,793	0,792	0,792	0,793	0,793	0,792	0,792
Metionina digestível (%)	0,486	0,493	0,504	0,517	0,525	0,533	0,531	0,535
Lisina digestível (%)	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Treonina digestível (%)	0,738	0,715	0,738	0,738	0,738	0,738	0,715	0,716
Valina digestível (%)	0,919	0,919	0,847	0,919	0,919	0,919	0,847	0,848
Isoleucina digestível (%)	0,862	0,863	0,863	0,737	0,863	0,863	0,738	0,737
Arginina digestível (%)	1,428	1,428	1,429	1,429	1,155	1,428	1,155	1,156
Triptofano digestível (%)	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,187	0,187	0,187
Fenilalanina digestível (%)	1,031	1,000	0,949	0,893	0,858	0,824	0,828	0,820
Histidina digestível (%)	0,560	0,545	0,519	0,490	0,473	0,456	0,468	0,453
Leucina digestível (%)	1,722	1,683	1,619	1,548	1,505	1,460	1,468	1,448
Glicina + Serina Total (%)	1,997	1,939	1,844	1,739	1,673	1,669	1,657	1,997

¹ Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A, 10.000 UI; vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 30 UI; Vitamina B1, 2 mg ; vitamina B6, 4 mg; Ac Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Vitamina K, 3 mg ; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Vitamina B12, 15 mcg; Selênio, 0, 25 mg.

² Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração: Manganês, 80 mg; Ferro, 50 mg; Zinco, 50 mg; Cobre, 10 mg ; Cobalto, 1 mg ; Iodo, 1 mg.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cl-colina, 43,5 mg de colina.

⁶ Avilamicina 10%.

Tabela 2 – Composições percentual e centesimal calculadas das rações experimentais, para o período de 34 aos 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Tratamentos							
	Basal	Tre	Val	Ile	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli
Milho	51,889	53,535	56,411	59,600	61,850	63,104	64,031	61,748
Farelo de soja	38,367	36,760	34,005	30,935	28,980	27,265	27,198	27,198
Óleo vegetal	6,488	6,260	5,825	5,354	4,970	4,910	4,580	5,452
Fosfato bicálcico	1,490	1,498	1,512	1,528	1,537	1,549	1,545	1,555
Calcário	0,788	0,791	0,797	0,804	0,809	0,811	0,813	0,808
Sal comum	0,442	0,441	0,441	0,440	0,439	0,439	0,439	0,440
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Avilamicina ⁶	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
DL-metionina (99%)	0,194	0,208	0,231	0,257	0,273	0,289	0,287	0,294
L-lisina HCL (78,5%)		0,051	0,136	0,232	0,293	0,347	0,347	0,353
L-treonina (98,5%)			0,066	0,113	0,142	0,169	0,144	0,149
L-valina (99%)		0,027		0,122	0,154	0,184	0,111	0,118
L-isoleucina (99%)		0,028	0,074		0,159	0,189	0,063	0,068
L-arginina (99%)		0,050	0,136	0,232		0,348	0,055	0,063
L-triptofano (99%)		0,009	0,024	0,041	0,052			0,001
Ácido Glutâmico (99%)								1,000
Glicina (98%)						0,054	0,045	0,411
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada								
Proteína bruta (%)	22,21	21,59	20,54	19,36	18,63	17,94	17,98	18,89
Energia metab. (Kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Fósforo Disponível (%)	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
Cálcio (%)	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775
Sódio (%)	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198
Metionina+cistina dig. (%)	0,792	0,793	0,792	0,792	0,793	0,792	0,793	0,792
Metionina digestível (%)	0,487	0,494	0,505	0,518	0,526	0,533	0,532	0,536
Lisina digestível (%)	1,100	1,101	1,100	1,100	1,101	1,100	1,100	1,100
Treonina digestível (%)	0,737	0,715	0,737	0,738	0,738	0,737	0,716	0,715
Valina digestível (%)	0,918	0,919	0,847	0,918	0,918	0,919	0,848	0,848
Isoleucina digestível (%)	0,861	0,862	0,861	0,737	0,862	0,861	0,738	0,737
Arginina digestível (%)	1,427	1,427	1,427	1,427	1,155	1,427	1,156	1,155
Triptofano digestível (%)	0,245	0,245	0,244	0,244	0,245	0,187	0,187	0,187
Fenilalanina digestível (%)	1,030	1,000	0,949	0,892	0,857	0,823	0,825	0,817
Histidina digestível (%)	0,559	0,544	0,519	0,490	0,472	0,455	0,456	0,451
Leucina digestível (%)	1,718	1,680	1,616	1,545	1,501	1,457	1,463	1,442
Glicina + Serina Total (%)	1,994	1,938	1,843	1,737	1,672	1,661	1,656	1,995

¹ Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A, 10.000 UI; vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 30 UI; Vitamina B1, 2 mg ; vitamina B6, 4 mg; Ac Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Vitamina K, 3 mg ; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Vitamina B12, 15 mcg; Selênio, 0, 25 mg.

² Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração: Manganês, 80 mg; Ferro, 50 mg; Zinco, 50 mg; Cobre, 10 mg ; Cobalto, 1 mg ; Iodo, 1 mg.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cl-colina, 43,5 mg de colina.

⁶ Avilamicina 10%.

Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD), matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais

(%)	Milho		Farelo de Soja	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Lisina	0,22	0,189	2,83	2,609
Metionina+cistina	0,34	0,306	1,31	1,146
Treonina	0,28	0,235	1,82	1,613
Isoleucina	0,26	0,236	2,10	1,917
Arginina	0,37	0,340	3,40	3,264
Valina	0,36	0,318	2,19	1,956
Triptofano	0,06	0,054	0,63	0,572
Leucina	0,94	0,897	3,56	3,257
Fenilalanina	0,38	0,348	2,38	2,206
Histidina	0,24	0,224	1,23	1,159
Matéria Seca	88,0		88,0	
Proteína Bruta	7,88		46,92	

¹Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Evonik Degussa Brasil LTDA.

²Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

dados coletados foram convertidos em ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade) para caracterizar o ambiente térmico, conforme proposto por Buffington *et al.* (1981).

O programa de luz adotado durante o período experimental foi o contínuo (24 horas de luz artificial).

Para determinação do ganho de peso (GP) as aves foram pesadas no início e no final do período experimental. O consumo de ração (CR) foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecido e as sobras de ração dos comedouros e do piso dos compartimentos. A conversão alimentar foi calculada com base no CR e no GP.

Ao final do período experimental (42 dias de idade), três aves de cada unidade experimental, com pesos mais próximos da média do compartimento (10% acima ou abaixo da média), foram colocadas em jejum alimentar de 12 horas. Após esse período, as aves foram penduradas em nória, dessensibilizadas por meio de eletronarcose e abatidas manualmente com um corte no pescoço (jugular). As aves abatidas foram conduzidas ao tanque de escaldagem (temperatura $\pm 60^{\circ}\text{C}$) e, em seguida, submetidas aos processos de depenagem mecânica e evisceração manual. Depois de sangradas, depenadas e evisceradas, as carcaças foram pesadas para avaliação do rendimento de peito com osso e sem osso e da gordura abdominal e da gordura abdominal.

Na determinação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso vivo após o jejum e, na determinação dos rendimentos dos cortes e da gordura abdominal, foi considerado o peso da carcaça.

As análises químicas das rações foram executadas de acordo com Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. As análises de aminoácidos totais do farelo de soja e do milho foram realizadas no Laboratório da Evonik Degussa Brasil LTDA e, em seguida, foram convertidos em aminoácidos digestíveis (Tabela 3) utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

As médias das variáveis estudadas: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, e pesos absoluto (g) e relativo (%) dos cortes nobres e da gordura abdominal foram submetidas à análise de variância e comparadas por meio do teste de *Student-Newman-Keuls* (SNK) em nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido na UFV (2001).

Resultados e Discussão

Durante o período experimental, a temperatura do ar no interior da sala manteve-se em $23,8 \pm 1,15^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa em $69,8 \pm 5,59\%$. Estes valores estão de acordo com o manual da linhagem das aves utilizadas (COBB, 2005), que preconiza a temperatura do ar de 22 a 25°C e a umidade relativa de 60 a 70% como parâmetros térmicos ambientais adequados para a criação de frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado no período foi de $70,9 \pm 1,66$, caracterizando o ambiente como termoneutro para as aves na idade avaliada, conforme proposto por Curtis (1983) e Medeiros *et al.* (2005).

Os resultados de desempenho dos frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade em função das rações experimentais estão apresentados na Tabela 4.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) das rações experimentais sobre o consumo de ração (CR) das aves. Avaliando a redução da PB da ração (21,6 até 17,6%) com suplementação de aminoácidos industriais para manter as relações aminoacídicas adequadas, de acordo com o conceito de proteína ideal, Oliveira *et al.* (2008) também não observaram variação no CR de frangos, no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro ($21,6^{\circ}\text{C}$). De forma similar, Sabino *et al.* (2004) não observaram diferença no CR em frangos de corte alimentados com rações com teores de PB reduzidos por método de diluição (de 23 até 15% de PB) suplementadas com aminoácidos industriais para atender as exigências nutricionais das aves no período de 22 a 42 dias de idade.

No entanto, Namround *et al.* (2008), avaliando a redução de PB de 23 para 17% com suplementação de aminoácidos industriais em rações para frangos de corte no período de 10 aos 28 dias, verificaram que o CR reduziu quando as aves foram alimentadas com a ração com 17% de PB e que esta diminuição do consumo foi corrigida com a suplementação dos aminoácidos glicina e ácido glutâmico. Em estudo posterior, Namround *et al.* (2010) confirmaram que a deficiência de glicina, por resultar em aumento do nível de amônia plasmática, pode ser uma das causas da redução do apetite das aves alimentadas com rações em que o nível de PB foi reduzido com a suplementação de aminoácidos industriais.

De forma contrária, Alleman e Leclercq (1997) e Aletor *et al.* (2000), em estudos conduzidos com frangos de corte dos 22 aos 41 dias de idade – mantidos em termoneutralidade para avaliar a redução da PB com suplementação de aminoácidos industriais de forma a atender as recomendações propostas no NRC (1994) – constataram

Tabela 4 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações experimentais formuladas para validação da proteína ideal

Parâmetros	Relações aminoacídicas testadas (aminoácido/lisina)								CV (%)
	Basal	Tre	Val	Ileo	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli	
GP (g) ^{NS}	1832	1855	1851	1855	1824	1907	1855	1898	3,38
CR (g) ^{NS}	3156	3098	3178	3196	3169	3240	3247	3137	4,24
CA (g/g) ^{NS}	1,72	1,67	1,72	1,72	1,74	1,70	1,75	1,66	4,38

^{NS} Não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste de SNK.

aumento significativo na ingestão voluntária de alimento nas aves que receberam a ração com menor nível de PB.

Essa divergência nos resultados de CR parece estar relacionada ao grau de redução dos níveis de PB (ALETOR *et al.*, 2000), assim como ao perfil quantitativo e qualitativo dos aminoácidos das rações (GONZALES, 2002). De acordo com Albino *et al.* (1999), Hussein *et al.* (2001), Si *et al.* (2004), Aftab *et al.* (2006) e Waldroup *et al.* (2005; 2007), rações com teor de proteína muito baixo ou muito alto, assim como a deficiência ou excesso de um ou mais aminoácidos essenciais na ração, podem levar à alteração no consumo. Dessa forma, com os resultados de CR obtidos neste estudo, pode-se inferir que o balanceamento entre os aminoácidos essenciais e a lisina, bem como o suprimento de aminoácidos não essenciais nas rações dos diferentes tratamentos, estava ajustado o suficiente para não influenciar o consumo voluntário de rações das aves.

As rações experimentais não influenciaram ($P>0,05$) o ganho de peso (GP) das aves. De forma semelhante, Costa *et al.* (2001) e Oliveira *et al.* (2008) também não encontraram diferença na taxa de crescimento dos frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em condições de termoneutralidade, em razão da redução do nível de PB da ração, respectivamente, de 19,5 para 15,5% e de 21,6 para 17,6%, utilizando a suplementação de aminoácidos industriais no conceito da proteína ideal.

Entretanto, Ferguson *et al.* (1998) e Kolling *et al.* (2005), trabalhando com redução no teor de PB da ração, respectivamente, de 21,5 para 16,5% e de 22,0 para 18,0%, formuladas com suplementação de aminoácidos essenciais, encontraram menores valores de GP nas aves alimentadas com a ração contendo o menor nível de PB.

De acordo com relato de Namround *et al.* (2008), a possível variação na disponibilidade de nitrogênio para síntese de aminoácidos não essenciais, o nível de potássio e a diferença no

balanço iônico entre as rações utilizadas pelos diferentes autores são fatores que podem ter contribuído para a inconsistência de resultados entre os trabalhos.

Com base nessas considerações, pode-se inferir que as relações entre os aminoácidos essenciais avaliadas e a lisina estão corretas, assim como o perfil aminoacídico das rações são adequados, ao nível de 1,10% de lisina, para que as aves manifestem seu potencial genético para ganho de peso, dentro do intervalo de variação de PB estudado.

A conversão alimentar (CA) das aves não variou ($P>0,05$) entre os tratamentos. De forma similar, Faria Filho *et al.* (2006) não encontraram influência da redução da PB (18,0 para 15,0%) com a suplementação de aminoácidos industriais, utilizando o conceito de proteína ideal, na CA dos frangos de corte dos 42 aos 49 dias de idade, mantidos em ambientes com temperaturas de 20 ou 25°C. Contudo, Aletor *et al.* (2000), que não haviam encontrado variação na CA dos frangos quando o nível de PB da ração foi diminuído de 22,5 para 17,0%, constataram que esta piorou quando o nível de aminoácidos reduziu de 17,0 para 15,3%, mesmo quando suplementaram a ração para manter o perfil de aminoácidos ajustado no conceito da proteína ideal. Nesse mesmo sentido, Namround *et al.* (2008), ao avaliarem a diminuição gradativa do nível de PB entre 23 e 17% utilizando o conceito da proteína ideal na ração de frangos de corte dos 10 aos 28 dias de idade, verificaram que somente na redução de 19,0 para 17,0% foi que ocorreu piora na CA das aves, mesmo com a suplementação adicional de glicina e ácido glutâmico.

Outros autores (ALETOR *et al.*, 2000; HUSSEIN *et al.*, 2001; BREGENDAHL *et al.*, 2002; KAMRAN *et al.*, 2004; CORZO *et al.*, 2005; DEAN *et al.*, 2006; NAMROUND *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2008) também observaram piora na CA das aves nos menores níveis de PB avaliados, mesmo tendo utilizado da suplementação de aminoácidos industriais para assegurar o adequado balanceamento dos aminoácidos da proteína bruta da ração.

Com os resultados relatados, pode-se inferir que os frangos de corte parecem exigir um nível mínimo de proteína bruta na ração a partir do qual o desempenho é comprometido, mesmo utilizando-se da suplementação de aminoácidos para garantir o perfil de aminoácidos da PB da ração, conforme proposto por Namround *et al.* (2010). Nesses termos, com os dados obtidos neste estudo, conclui-se que, utilizando de adequada suplementação de aminoácidos, o nível de PB das rações formuladas à base de milho e farelo de soja pode ser reduzido em até 4,3% sem comprometimento do desempenho das aves.

Além disso, com os resultados de desempenho (GP, CR e CA) dos frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade obtidos neste trabalho, pode-se afirmar que as relações dos

aminoácidos treonina, valina, isoleucina, arginina e triptofano com a lisina, na base digestível preconizadas por Rostagno *et al.* (2005) na proteína ideal, para esta categoria animal, estão adequadas.

Os resultados de característica de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, em função das rações experimentais estão apresentados na Tabela 5.

Em relação às características de carcaça, não foi observado efeito ($P>0,05$) das diferentes rações sobre os pesos absolutos e relativos da carcaça e do peito com osso e sem osso. Resultados semelhantes foram obtidos por Kamran *et al.* (2008) e Costa *et al.* (2009), que não verificaram variação significativa no peso e rendimento de carcaça e de peito com osso e sem osso dos frangos de corte em estudos em que avaliaram a redução de PB com a suplementação de aminoácidos para atender as exigências das aves. Também de forma consistente com esses resultados, Huyghebaert e Pack (1996) e Kidd *et al.* (1996) não observaram variação no rendimento de peito devido a redução de PB da ração.

Por outro lado, Kerr e Kidd (1999) e Corzo *et al.* (2011) constataram que a redução de PB da ração resultou em piora no rendimento da carcaça e do peito dos frangos de corte aos 42 dias de idade.

A falta de consistência dos resultados constatada entre os trabalhos pode estar relacionada a diferenças no nível de redução da proteína bruta, e nas relações entre os aminoácidos essenciais e a lisina e, também, entre os aminoácidos essenciais e os não essenciais utilizadas. De acordo com Emmert *et al.* (2000), o correto balanceamento dos aminoácidos é essencial para se alcançar a melhor taxa de crescimento e de deposição de proteína em frangos de corte alimentados com rações com baixo nível de proteína.

As rações experimentais influenciaram tanto o peso absoluto ($P<0,04$) quanto o rendimento ($P<0,03$) de gordura abdominal (GA), com os maiores valores sendo observados nas aves alimentadas com a ração PI. Diversos trabalhos demonstraram a influência da PB sobre a deposição e o rendimento de gordura abdominal de frangos de corte (KIDD & KERR, 1996; KERR & KIDD, 1999; ALETOR *et al.*, 2000; SI *et al.*, 2001; SKLAN & PLAVNIK, 2002; NUMRAUND *et al.*, 2008; 2010; CORZO *et al.*, 2011). De acordo com Kidd e Kerr (1996), o aumento na deposição de gordura abdominal pode ser resultado da menor quantidade de nitrogênio a ser catabolizado e convertido a ácido úrico, resultando em menor gasto energético diário e maior deposição de energia como gordura, à medida que a PB da

Tabela 5 – Pesos absoluto e relativo de carcaça, de peito com osso, de peito sem osso e de gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações experimentais para validação da proteína ideal, dos 22 aos 42 dias de idade

Parâmetros	Relações aminoacídicas testadas (aminoácido/lisina)								CV (%)
	Basal	Tre	Val	Ileo	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli	
	Peso Absoluto (g)								
Carçaça	2253	2302	2253	2278	2269	2314	2247	2288	2,83
Peito com Osso	775	804	772	788	801	811	774	808	4,11
Peito sem Osso	611	648	610	624	637	646	609	649	4,97
G. Abdominal ¹	15,8ab	15,2b	16,6ab	21,0ab	19,9ab	19,3ab	24,3a	20,9ab	25,08
	Peso Relativo (%)								
Carçaça	89,72	90,33	89,85	89,42	90,07	89,94	89,80	90,01	0,94
Peito com Osso	34,43	34,92	34,27	34,59	35,30	35,05	34,43	35,29	2,99
Peito sem Osso	27,12	28,12	27,12	27,38	28,06	27,90	27,06	28,33	3,86
G. Abdominal ²	0,70ab	0,66b	0,74ab	0,92ab	0,87ab	0,83ab	1,08a	0,91ab	24,96

¹ e ² Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK a (P<0,04) e (P<0,03) de probabilidade, respectivamente.

ração é diminuída. Este fato indica que o teor de energia da ração PI pode estar superestimado em relação à exigência das aves (LANA *et al.*, 2005).

De acordo com Berres *et al.* (2010), a excreção de nitrogênio é um processo dependente de energia. Assim, a maior deposição de GA ocorrida nas aves que receberam a ração PI pode ser justificada em parte pelo menor nível proteico (17,94%) da ração. De forma consistente com essa proposição, Namround *et al.* (2008) relataram que um dos mecanismos envolvidos na redução de gordura na carcaça de frangos de corte com a utilização de maior nível de PB é o gasto de energia envolvido na desaminação e transaminação de maior quantidade de aminoácidos em outros metabólitos e finalmente ácido úrico.

Além desse aspecto, a redução na GA de frangos alimentados com rações com maiores níveis de PB pode também estar relacionada aos possíveis efeitos do alto nível de proteína bruta na redução da lipogênese hepática (ROSEBROUGH *et al.*, 2002) e na manutenção dos níveis plasmáticos dos hormônios tireoidioideanos: triiodotironina e tiroxina (NAMROUND *et al.*, 2010).

Conclusão

Conclui-se que as relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10%, na base digestível, na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005), estão adequadas para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade submetidos ao ambiente termoneutro.

Literatura consultada

- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALBINO, L.F.T.A.; SILVA, S.H.M.; VARGAS, J.G. *et al.* Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.519-525, 1999.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. *et al.* Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass, characteristics, whole-body, composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effects of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.38, p.607-610, 1997.
- ASSIS, A.P.; BALBINO, E.M.; CAMPOS, P.H.R.F. *et al.* Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em termoneutralidade dos 22 aos 42 dias de idade. In: Zootec 2008., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BALBINO, E.M.; ASSIS, A.P.; SOUZA, M.G. Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em ambiente de calor dos 22 aos 42 dias de idade. In: ZOOTECA 2008., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; DOZIER III, W.A. *et al.* Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.19, p.68-79, 2010.
- BREGENDAHL, K.; SELL, J.L.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of low protein diets on growth performance and body composition of broiler chickens. **Poultry Science**, v.81, p.1156-1167, 2002.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.24, p.711-714, 1981.
- COBB. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. S.I.: s.n., 2005, 58p.
- CORZO, A.; FRITTS, C.A.; KIDD, M.T. *et al.* Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, p.319-327, 2005.
- CORZO, A.; LOAR II, R.E.; KIDD, M.T. *et al.* Dietary protein effects on growth performance, carcass traits and expression of selected jejunal peptide and amino acid transporters in broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.13, p.139-146, 2011.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.; NOGUEIRA, E.T. *et al.* Effects of crude protein levels and essential amino acids: nonessential amino acids ratio on broiler carcasses. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 98, 2009, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: Poultry Science, 2009. (CD-ROM).

- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1498-1505, 2001.
- COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; FIGUEIREDO-LIMA, D.F. *et al.* Novos avanços da nutrição de aves. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008. (CD-ROM).
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 409p.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.85, p.288-296, 2006.
- DIONIZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Dietas com diferentes níveis de lisina para frangos de corte no período de 22 a 41 dias de idade – Efeito sobre a excreção de nitrogênio. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2005, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2005. p.105-112.
- EMMERT, J.L.; EDWARDS III, H.M.; BAKER, D.H. Protein and body weight accretion of chicks on diets with widely varying contents of soyabean meal supplemented or unsupplemented with its limiting amino acids. **British Poultry Science**, v.41, p.204-213, 2000.
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. *et al.* Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.101-106, 2006.
- FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. *et al.* The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v.77, p.1481-1487, 1998.
- GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, L.M. GONZALES, E. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 2002. p.187-199.
- HUSSEIN, S.; CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.354-362, 2001.
- HUYGHEBAERT, G.; PACK, M. Effects of dietary protein content, addition of nonessential amino acids and dietary methionine to cysteine balance on responses to dietary sulphur-containing amino acids in broilers. **British Poultry Science**, v.37, p.623-639, 1996.
- KAMRAN, Z.; ASLAM MIRZA, M.; AHSAN-UL-HAQ. *et al.* Effect of decreasing dietary protein levels with optimal amino acids profile on the performance of broilers. **Pakistan Veterinary Journal**, v.24, p.165-168, 2004.
- KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M. *et al.* Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. **Poultry Science**, v.87, p.468-474, 2008.
- KERR, J.B.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low protein broiler diets 2. Formulation on the ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.310-320, 1999.

- KIDD, M.T.; KERR, B.J.; FIRMAN, J.D. *et al.* Growth and carcass characteristics of broiler fed low-protein, threonine supplemented diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.180-190, 1996.
- KOLLING, A.V.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. Desempenho e composição corporal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína e de aminoácidos ou com livre escolha das dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.98-103, 2005.
- LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1624-1632, 2005.
- MEDEIROS, C.M.; BAETA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. *et al.* Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.277-286, 2005.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. **Poultry Science**, v.87, p.2250-2258, 2008.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. *et al.* Effects of glycine and glutamic acid supplementation to low protein diets on performance, thyroid function and fat deposition in chickens. **South African Journal of Animal Science**, v.40, p.238-244, 2010.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Impact of dietary crude protein and acids status on performance and some excreta characteristics of broiler chicks during 10-28 days of age. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.94, p.280-286, 2010.
- NASCIMENTO, A. Exigências de aminoácidos essenciais para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2004. p.103-116.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994. 27p.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.
- OLIVEIRA, W.P.; MARTINS, M.S.; ASSIS, A.P. *et al.* Redução do nível de proteína bruta da ração para frangos de corte mantidos em ambiente de termoneutralidade. In: ZOOTECH 2008., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- OLIVEIRA, W.P.; SOUZA, M.F.; ANTUNES, M.V.L. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte no período de 08 a 21 dias de idade. In: Zootec 2009., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2009. (CD-ROM).
- ROSEBROUGH, R.W.; POCH, S.M.; RUSSELL, B.A. *et al.* Dietary protein regulates in vitro lipogenesis and lipogenic gene expression in broilers. **Comparative Biochemistry and Physiology -Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.32, p.423-432, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p.65-83.
- SABINO, H.F.N.; SAKOMURA, N.K.; NEME R. *et al.* Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.407-412, 2004.
- SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J. *et al.* Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, v.80, p.1472-1479, 2001.
- SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J. *et al.* Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.46-50, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SKLAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, v.43, p.442-449, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 2001. 301p.
- WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter? In: 15TH ANNUAL ASAIM SOUTHEAST ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, Conrad Bali Resort - Indonesia. 2007. p.1-5.
- WALDROUP, P.W.; JIANG, Q.; FRITTS, C.A. Effects of Supplementing Broiler Diets Low in Crude Protein with Essential and Nonessential Amino Acids. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.425-431, 2005.

VALIDAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE DOS 22 AOS 42 DIAS DE IDADE, MANTIDOS EM AMBIENTE DE ESTRESSE POR CALOR

Resumo – A realização deste trabalho teve como objetivo validar as relações dos aminoácidos Treonina, Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano com a lisina na proteína ideal para frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente de estresse por calor. Foram utilizados 336 frangos machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos [ração basal; cinco rações com as relações ideais com a lisina: treonina (Tre), valina (Val), isoleucina (Ile), arginina (Arg), triptofano (Trp); proteína ideal (PI); PI+ácido glutâmico+glicina (PI+Glu+Gli)], seis repetições e sete aves por repetição. As aves foram alojadas em baterias metálicas, em salas climatizadas com temperatura do ar de $32,0 \pm 0,55^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $66,9 \pm 5,63\%$ e ITGU calculado de $82,7 \pm 0,87$. As rações experimentais não influenciaram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Os pesos absolutos de carcaça, peito com osso, peito sem osso, perna e gordura abdominal, assim como os rendimentos de carcaça e peito sem osso não foram influenciados pelas rações experimentais. Houve efeito da ração PI+Glu+Gli sobre o rendimento de peito com osso, que apresentou o maior resultado e sobre o rendimento de perna, que apresentou o menor resultado. O rendimento da gordura abdominal foi influenciado pelas rações experimentais, apresentando o maior resultado com a ração PI, em comparação às demais rações. Conclui-se que as relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10% na base digestível na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005) estão adequadas para frangos de corte submetidos ao ambiente de estresse por calor. A suplementação com ácido glutâmico e glicina melhora as características de carcaça de frangos submetidos ao estresse por calor.

Palavras-chave: ambiente térmico, aminoácidos, desempenho, frangos de corte, proteína ideal

VALIDATION OF IDEAL PROTEIN FOR BROILERS OF 22 TO 42 DAYS OF AGE UNDER HEAT STRESS ENVIRONMENT

Abstract – The objective of this experiment was to validate the ratios of the following amino acids: Threonine, Valine, Isoleucine, Arginine and Tryptophan with Lysine in the ideal protein for broilers of 22 to 42 days of age under heat stress environment. A total of 336 male broilers were distributed in a completely randomized design with eight treatments [basal diet; five diets with ideal ratios with lysine: threonine (Thr), valine (Val), isoleucine (Ile), arginine (Arg), tryptophan (Trp); ideal protein (IP); IP+glutamic acid+glycine (IP+Glu+Gly)], six replicates and seven birds per replicate. Birds were housed in metal cages, in air-conditioned rooms with air temperature of $32.0 \pm 0.55^{\circ}\text{C}$, relative humidity of $66.9 \pm 5.63\%$ and wet bulb globe temperature (WBGT) of 82.7 ± 0.87 . Experimental diets did not affect feed intake, weight gain or feed conversion. Neither absolute weights of carcass, boned breast, boneless breast, leg and abdominal fat, nor carcass and boneless breast yields were affected by experimental diets. There was effect of the IP+Glu+Gly diet on boned breast yield, which presented the highest result and on leg yield, which presented the lowest result. The abdominal fat yield was affected by experimental diets, presenting the greatest result with the IP diet, in comparison with the other diets. One can conclude that the ratio of amino acids threonine, tryptophan, arginine, valine and isoleucine with lysine at the 1.10% level on the digestible basis in the ideal protein recommended by Rostagno *et al.* (2005) are adequate for broilers under heat stress environment. Supplementation with glutamic acid and glycine improve carcass characteristics of broilers under heat stress.

Key Words: amino acids, broilers, ideal protein, performance, thermal environment

Introdução

As aves são animais homeotérmicos e necessitam manter sua temperatura corporal constante para serem capazes de expressar todo o seu potencial genético para produção. Quando submetidas ao estresse por calor, a diminuição do consumo de ração e da taxa de crescimento apresentada por elas têm sido considerada um mecanismo para reduzir a produção endógena de calor (FURLAN, 2006).

Considerando que existe um limite genético para deposição diária de proteína corporal (LEESON, 1995), rações com níveis elevados de proteína bruta proporcionam carga excessiva de aminoácidos às aves e exige gasto extra de energia para ser metabolizada e excretada na forma de ácido úrico (ALETOR *et al.*, 2000), o que pode agravar os efeitos negativos do estresse por calor. Assim, a formulação de rações com base no conceito de proteína ideal (BAKER & HAN, 1994) tem sido utilizado para proporcionar melhor ajuste no teor de aminoácidos fornecido às aves. De acordo com Oliveira Neto e Oliveira (2009), a formulação de rações com base neste conceito torna possível reduzir o teor proteico das rações e, concomitantemente, manter os aminoácidos essenciais balanceados com a lisina, dentro dos níveis adequados às exigências das aves (ROSTAGNO *et al.*, 1999).

No entanto, pesquisadores têm relatado piora no desempenho produtivo de frangos mantidos sob esta condição e alimentados com rações com teor proteico abaixo dos preconizados em tabelas nutricionais, mesmo quando as relações entre os aminoácidos essenciais e o nível de lisina da ração são mantidas constantes (ALLEMAN & LECLERCQ, 1997; LAGANÁ *et al.*, 2007; FARIA FILHO *et al.*, 2006; BALBINO *et al.*, 2008). Da mesma forma, estudos recentes realizadas em ambiente termoneutro (ASSIS *et al.*, 2008) ou em condições de campo (OLIVEIRA *et al.*, 2009) têm demonstrado que a utilização de aminoácidos industriais em substituição à proteína bruta da ração proporcionam desempenho inferior às aves.

Essa inconsistência nos resultados encontrados na literatura fundamenta a necessidade de rever as relações aminoacídicas adotadas atualmente para frangos de corte. Dessa forma, com este estudo objetivou-se validar as relações dos aminoácidos Treonina, Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano com a lisina na proteína ideal para frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente de calor.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG. Foram utilizados 336 frangos de corte machos da linhagem Cobb, com 22 dias de idade e peso inicial médio de 964,5g, vacinados contra as doenças de Marek e Bouda aviária, mantidos em câmaras climáticas com temperatura constante de 32°C e umidade relativa do ar mantida entre 55 e 65%.

Durante a fase inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional e receberam ração com 3.000 kcal de EM/kg e 21,8% de PB, formulada para satisfazer suas exigências nutricionais, conforme preconizado por Rostagno *et al.* (2005) e foram manejadas de acordo com o manual da linhagem (COOB, 2005). No 22º dia de idade os frangos foram pesados e transferidos para as câmaras climáticas, onde foram alojadas em baterias metálicas constituídas de gaiolas com dimensões de 0,85 x 0,85 x 0,45m (comprimento, largura e altura, respectivamente) providas de comedouro e bebedouro tipo calha.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos [ração basal; cinco rações com as relações ideais entre aminoácidos essenciais/lisina: treonina (Tre), valina (Val), isoleucina (Ile), arginina (Arg), triptofano (Trp); ração proteína ideal (PI); ração PI+ácido glutâmico+glicina (PI+Glu+Gli)], seis repetições e sete aves por repetição.

A ração basal (Tabelas 1 e 2) foi formulada à base de milho, farelo de soja, DL-metionina e suplementada com minerais e vitaminas, para atender as exigências nutricionais das aves, com 1,10% de lisina na ração, segundo recomendações de Rostagno *et al.* (2005). A relação de cada aminoácido a ser avaliada foi obtida por meio de ajustes na proporção de milho e farelo de soja. A fim de tornar as rações isolisínicas digestíveis, L-lisina-HCl (78,5%) foi adicionada à medida que o nível de proteína bruta foi reduzido. Em cada tratamento, os demais aminoácidos (cujas relações com a lisina não foram avaliadas) foram mantidos no mesmo nível da ração basal por meio de suplementação com aminoácidos industriais quando necessário. O fornecimento de ração e água foi à vontade, sendo que a água foi trocada três vezes ao dia para manter a sua qualidade.

Tabela 1 – Composições percentual e centesimal calculadas das rações experimentais, para o período de 22 aos 33 dias de idade

Ingredientes (%)	Tratamentos							
	Basal	Tre	Val	Ile	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli
Milho	52,439	54,148	57,041	60,200	62,440	63,666	64,548	62,256
Farelo de soja	38,340	36,675	33,900	30,860	28,918	27,220	27,220	27,220
Óleo vegetal	5,716	5,477	5,040	4,574	4,191	4,136	3,809	4,684
Fosfato bicálcico	1,660	1,669	1,683	1,699	1,708	1,720	1,716	1,726
Calcário	0,840	0,844	0,850	0,856	0,861	0,863	0,865	0,860
Sal comum	0,467	0,466	0,466	0,465	0,464	0,464	0,463	0,465
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Avilamicina ⁶	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
DL-metionina (99%)	0,193	0,207	0,230	0,256	0,272	0,288	0,285	0,292
L-lisina HCL (78,5%)		0,052	0,138	0,233	0,293	0,347	0,345	0,351
L- treonina (98,5%)			0,067	0,113	0,142	0,169	0,142	0,148
L- valina (99%)		0,027		0,123	0,154	0,184	0,108	0,116
L-isoleucina (99%)		0,029	0,076		0,160	0,190	0,061	0,066
L- arginina (99%)		0,052	0,139	0,234		0,348	0,052	0,061
L- triptofano (99%)		0,009	0,025	0,042	0,052			0,001
Ácido Glutâmico (99%)								1,000
Glicina (98%)						0,060	0,041	0,409
<i>Total</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada								
Proteína bruta (%)	22,24	21,60	20,54	19,38	18,65	17,96	18,03	18,93
Energia metab. (Kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Fósforo Disponível (%)	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418
Cálcio (%)	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Metionina+cistina dig. (%)	0,793	0,793	0,792	0,792	0,793	0,793	0,792	0,792
Metionina digestível (%)	0,486	0,493	0,504	0,517	0,525	0,533	0,531	0,535
Lisina digestível (%)	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Treonina digestível (%)	0,738	0,715	0,738	0,738	0,738	0,738	0,715	0,716
Valina digestível (%)	0,919	0,919	0,847	0,919	0,919	0,919	0,847	0,848
Isoleucina digestível (%)	0,862	0,863	0,863	0,737	0,863	0,863	0,738	0,737
Arginina digestível (%)	1,428	1,428	1,429	1,429	1,155	1,428	1,155	1,156
Triptofano digestível (%)	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,187	0,187	0,187
Fenilalanina digestível (%)	1,031	1,000	0,949	0,893	0,858	0,824	0,828	0,820
Histidina digestível (%)	0,560	0,545	0,519	0,490	0,473	0,456	0,468	0,453
Leucina digestível (%)	1,722	1,683	1,619	1,548	1,505	1,460	1,468	1,448
Glicina + Serina Total (%)	1,997	1,939	1,844	1,739	1,673	1,669	1,657	1,997

¹ Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A, 10.000 UI; vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 30 UI; Vitamina B1, 2 mg ; vitamina B6, 4 mg; Ac Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Vitamina K, 3 mg ; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Vitamina B12, 15 mcg; Selênio, 0, 25 mg.

² Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração: Manganês, 80 mg; Ferro, 50 mg; Zinco, 50 mg; Cobre, 10 mg ; Cobalto, 1 mg ; Iodo, 1 mg.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cl-colina, 43,5 mg de colina.

⁶ Avilamicina 10%.

Tabela 2 – Composições percentual e centesimal calculadas das rações experimentais, para o período de 34 aos 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Tratamentos							
	Basal	Tre	Val	Ile	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli
Milho	51,889	53,535	56,411	59,600	61,850	63,104	64,031	61,748
Farelo de soja	38,367	36,760	34,005	30,935	28,980	27,265	27,198	27,198
Óleo vegetal	6,488	6,260	5,825	5,354	4,970	4,910	4,580	5,452
Fosfato bicálcico	1,490	1,498	1,512	1,528	1,537	1,549	1,545	1,555
Calcário	0,788	0,791	0,797	0,804	0,809	0,811	0,813	0,808
Sal comum	0,442	0,441	0,441	0,440	0,439	0,439	0,439	0,440
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina ⁵	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Avilamicina ⁶	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
DL-metionina (99%)	0,194	0,208	0,231	0,257	0,273	0,289	0,287	0,294
L-lisina HCL (78,5%)		0,051	0,136	0,232	0,293	0,347	0,347	0,353
L- treonina (98,5%)			0,066	0,113	0,142	0,169	0,144	0,149
L- valina (99%)		0,027		0,122	0,154	0,184	0,111	0,118
L-isoleucina (99%)		0,028	0,074		0,159	0,189	0,063	0,068
L- arginina (99%)		0,050	0,136	0,232		0,348	0,055	0,063
L- triptofano (99%)		0,009	0,024	0,041	0,052			0,001
Ácido Glutâmico (99%)								1,000
Glicina (98%)						0,054	0,045	0,411
<i>Total</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada								
Proteína bruta (%)	22,21	21,59	20,54	19,36	18,63	17,94	17,98	18,89
Energia metab. (Kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Fósforo Disponível (%)	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
Cálcio (%)	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775	0,775
Sódio (%)	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198
Metionina+cistina dig. (%)	0,792	0,793	0,792	0,792	0,793	0,792	0,793	0,792
Metionina digestível (%)	0,487	0,494	0,505	0,518	0,526	0,533	0,532	0,536
Lisina digestível (%)	1,100	1,101	1,100	1,100	1,101	1,100	1,100	1,100
Treonina digestível (%)	0,737	0,715	0,737	0,738	0,738	0,737	0,716	0,715
Valina digestível (%)	0,918	0,919	0,847	0,918	0,918	0,919	0,848	0,848
Isoleucina digestível (%)	0,861	0,862	0,861	0,737	0,862	0,861	0,738	0,737
Arginina digestível (%)	1,427	1,427	1,427	1,427	1,155	1,427	1,156	1,155
Triptofano digestível (%)	0,245	0,245	0,244	0,244	0,245	0,187	0,187	0,187
Fenilalanina digestível (%)	1,030	1,000	0,949	0,892	0,857	0,823	0,825	0,817
Histidina digestível (%)	0,559	0,544	0,519	0,490	0,472	0,455	0,456	0,451
Leucina digestível (%)	1,718	1,680	1,616	1,545	1,501	1,457	1,463	1,442
Glicina + Serina Total (%)	1,994	1,938	1,843	1,737	1,672	1,661	1,656	1,995

¹ Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A, 10.000 UI; vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 30 UI; Vitamina B1, 2 mg ; vitamina B6, 4 mg; Ac Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Vitamina K, 3 mg ; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Vitamina B12, 15 mcg; Selênio, 0, 25 mg.

² Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração: Manganês, 80 mg; Ferro, 50 mg; Zinco, 50 mg; Cobre, 10 mg ; Cobalto, 1 mg ; Iodo, 1 mg.

³ Salinomicina sódica, 60 ppm.

⁴ Hidroxi-butil-tolueno.

⁵ Cl-colina, 43,5 mg de colina.

⁶ Avilamicina 10%.

Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD), matéria seca e proteína bruta dos ingredientes das rações experimentais

(%)	Milho		Farelo de Soja	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Lisina	0,22	0,189	2,83	2,609
Metionina+cistina	0,34	0,306	1,31	1,146
Treonina	0,28	0,235	1,82	1,613
Isoleucina	0,26	0,236	2,10	1,917
Arginina	0,37	0,340	3,40	3,264
Valina	0,36	0,318	2,19	1,956
Triptofano	0,06	0,054	0,63	0,572
Leucina	0,94	0,897	3,56	3,257
Fenilalanina	0,38	0,348	2,38	2,206
Histidina	0,24	0,224	1,23	1,159
Matéria Seca	88,0		88,0	
Proteína Bruta	7,88		46,92	

¹Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Evonik Degussa Brasil LTDA.

²Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

As condições ambientais no interior das câmaras climáticas foram monitoradas e registradas duas vezes ao dia (8h00 e 17h00), por meio de termômetros (de bulbo seco, bulbo úmido e de globo negro) mantidos no centro das salas. Os dados coletados foram convertidos em ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade) para caracterizar o ambiente, conforme proposto por Buffington *et al.* (1981).

O programa de luz adotado durante o período experimental foi o contínuo (24 horas de luz artificial).

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso (GP). O consumo de ração (CR) foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecido e as sobras de ração dos comedouros e do piso dos compartimentos. Com base no CR e no GP, foi calculada a conversão alimentar (CA).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), três aves de cada unidade experimental, com pesos mais próximos da média do compartimento (10% acima ou abaixo da média), foram colocadas em jejum alimentar de 12 horas. Após esse período, as aves foram penduradas em nória, dessensibilizadas por meio de eletronarcose e abatidas manualmente com um corte no pescoço (jugular). As aves abatidas foram conduzidas ao tanque de escaldagem (temperatura $\pm 60^{\circ}\text{C}$) e, em seguida, submetidas aos processos de depenagem mecânica e evisceração manual. Depois de sangradas, depenadas e evisceradas, as carcaças

foram pesadas para avaliação do rendimento de peito com osso, peito sem osso e perna (coxa+sobrecoxa) e da gordura abdominal.

Na determinação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso vivo após o jejum e, na determinação dos rendimentos dos cortes e da gordura abdominal, foi considerado o peso da carcaça.

As análises químicas das rações foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. As análises de aminoácidos totais do farelo de soja e do milho foram realizadas no Laboratório da Evonik Degussa Brasil LTDA e, em seguida, foram convertidos em aminoácidos digestíveis (Tabela 3) utilizando-se os coeficientes de digestibilidade preconizados por Rostagno *et al.* (2005).

As médias das variáveis estudadas: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, e pesos absoluto (g) e relativo (%) dos cortes nobres e da gordura abdominal foram submetidas à análise de variância e comparadas por meio do teste de Student-Newman-Keuls (SNK) em nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido na UFV (2001).

Resultados e Discussão

A temperatura média do ar observada no interior da sala foi de $32,0 \pm 0,55^{\circ}\text{C}$ e é superior à temperatura recomendada (22 a 25°C) no manual da linhagem das aves utilizadas (COBB, 2005), indicando que o ambiente foi desfavorável ao conforto térmico das aves, no período de 22 a 42 dias de idade. A umidade relativa média obtida durante o período experimental foi de $66,9 \pm 5,63\%$. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado para o período foi de $82,7 \pm 0,87$, e caracterizou o ambiente térmico como de estresse por calor para as aves na idade avaliada, como proposto por Curtis (1983) e Medeiros *et al.* (2005).

Os resultados de desempenho dos frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade em função das rações experimentais estão apresentados na Tabela 4.

O consumo de ração (CR) não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas rações experimentais. Este resultado corrobora os encontrados por Oliveira *et al.* (2007) que não observaram variação no CR de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, submetidos ao estresse por calor, ao reduzirem o teor de PB da ração de 21,6 até 17,6%, mantendo as relações aminoacídicas adequadas, de acordo com o conceito de proteína ideal, com suplementação de aminoácidos industriais. Da mesma forma, estão de acordo com Alleman e Leclercq (1997), que não observaram variação no CR de frangos de corte dos 23 aos 44 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor e recebendo rações com 20,0 ou 16,0% de PB suplementadas com aminoácidos para atenderem as recomendações propostas pelo NRC (1994).

Por sua vez, Namround *et al.* (2008; 2010) em estudo para avaliar reduções gradativas no teor de PB (de 23,0 até 17,0%) de rações suplementadas para garantir o fornecimento adequado de aminoácidos essenciais (NRC, 1994), para frangos dos 10 aos 28 dias de idade, observaram piora no CR das aves que receberam a ração contendo 17,0% de PB. Porém, relataram que a suplementação de glicina e ácido glutâmico à ração com 17% de PB normaliza o CR. De acordo com esses pesquisadores, a deficiência de Gli pode ser uma das causas do aumento no nível sérico de amônia, ocasionando a redução do apetite em aves que receberam a ração com o nível mais baixo de PB.

De forma contrária, estudos realizados por Aletor *et al.* (2000) avaliando os efeitos da redução do nível de PB da ração suplementada com aminoácidos essenciais para manter as relações aminoacídicas de acordo com o NRC (1994), em frangos de corte dos 22 aos 42 dias

Tabela 4 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com rações experimentais formuladas para validação da proteína ideal

Parâmetros	Relações aminoacídicas testadas (aminoácido/lisina)								CV (%)
	Basal	Tre	Val	Ileo	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli	
GP (g) ^{NS}	1192	1127	1250	1199	1169	1188	1125	1184	13,68
CR (g) ^{NS}	2344	2284	2410	2361	2302	2375	2320	2336	8,17
CA (g/g) ^{NS}	1,98	2,05	1,94	1,98	1,99	2,02	2,07	1,99	7,41

^{NS} Não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste de SNK.

de idade, observaram aumento no CR para rações com níveis baixos de PB. Todavia, a suplementação de aminoácidos dispensáveis nas rações de baixa PB corrigiu o CR.

A variação nos resultados de CR frequentemente encontrada na literatura parecem estar relacionados a fatores como o teor muito baixo ou muito alto de PB nas rações (ALETOR *et al.*, 2000), assim como a deficiência ou excesso de um ou mais aminoácidos essenciais na ração (GONZALES, 2002; SWENNEN *et al.*, 2004), os quais podem levar as aves a alterar seu consumo de ração (ALBINO *et al.*, 1999; HUSSEIN *et al.*, 2001; SI *et al.*, 2004; AFTAB *et al.*, 2006; WALDROUP *et al.*, 2005; 2007). Dessa forma, a ausência de variação no CR observada neste trabalho permite inferir que as relações dos aminoácidos essenciais testadas com a lisina, no nível de 1,10% da ração, estão corretas.

Não foi observado efeito ($P>0,05$) das rações experimentais sobre o ganho de peso (GP) dos frangos de corte. Este resultado está de acordo com Oliveira *et al.* (2010) que não observaram efeito da redução da PB da ração, de 21,6 até 17,6%, com suplementação de aminoácidos industriais, sobre o GP de frangos de corte submetidos ao estresse por calor. De forma similar, em estudo para avaliar o efeito de diferentes níveis de PB da ração (17,0; 20,0 e 23,0%), suplementada para manter as relações entre os aminoácidos essenciais, Faria Filho *et al.* (2007) não observaram variação no GP de frangos de corte submetidos ao estresse por calor, dos 21 aos 42 dias de idade.

Contudo, tem sido relatado que o ajuste das relações entre aminoácidos essenciais e a lisina digestível da ração, realizado por meio da redução do teor de PB e suplementação com aminoácidos industriais nem sempre tem proporcionado resultado satisfatório (OLIVEIRA NETO & OLIVEIRA, 2009; PESTI, 2009). O que pode estar relacionado tanto à intensidade de redução do teor de PB da ração, quanto ao intervalo dos níveis de PB estudados (ALETOR *et al.*, 2000; TEMIM *et al.*, 2000; AFTAB *et al.*, 2006).

Este fato indica que as relações aminoacídicas testadas neste estudo são adequadas para GP, pois nenhuma delas foi limitante a esta variável, ao nível de 110% de lisina digestível.

As rações experimentais não proporcionaram efeito ($P>0,05$) sobre a conversão alimentar (CA). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Oliveira *et al.* (2010), que também não encontraram variação na CA de frangos submetidos ao estresse por calor e alimentados com rações com baixos teores de PB e suplementadas com aminoácidos industriais no conceito da proteína ideal. Contudo, este resultado difere dos obtidos por Alleman e Leclercq (1997) e Faria Filho *et al.* (2006; 2007), que notaram piora na conversão alimentar de frangos mantidos em estresse por calor, como resposta à redução do nível de proteína bruta de rações suplementadas com aminoácidos industriais.

Além do grau de redução de PB e dos perfis de aminoácidos utilizados nas rações experimentais dos diferentes trabalhos consultados, os genótipos de frangos de corte utilizados nos estudos para avaliar o efeito da redução do nível de proteína bruta da ração desses animais sob estresse por calor podem justificar as divergências entre os resultados encontrados na literatura.

Dessa forma, uma vez que nenhuma das rações experimentais prejudicaram o desempenho das aves submetidas ao estresse por calor, os resultados permitiram inferir que as relações aminoacídicas propostas por Rostagno *et al.* (2005) estão corretas para o nível de lisina empregado para frangos de corte no ambiente térmico avaliado.

Os resultados de característica de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal, de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, em função das rações experimentais estão apresentados na Tabela 5.

Os pesos absoluto e relativo de carcaça não foram influenciados ($P>0,05$) pelas rações experimentais. Este resultado está de acordo com Costa *et al.* (2009), que não encontraram variação no rendimento de carcaça ao avaliar os efeitos da redução de PB da ração de frangos de corte de 22 aos 40 dias de idade, suplementados com aminoácidos industriais para atender as exigências nutricionais das aves. Contudo, difere dos encontrados por Kerr e Kidd (1999), que observaram menor rendimento de carcaça em frangos, ao avaliar a redução de PB da ração, independentemente da suplementação com aminoácidos industriais. Também diverge dos resultados encontrados por Corzo *et al.* (2011), que observaram redução no rendimento de carcaça em frangos de corte dos 21 aos 42 dias de idade quando o teor de PB da ração foi reduzido de 20,2 para 18,9%.

Tabela 5 – Pesos absoluto e relativo de carcaça, de peito com osso, de peito sem osso, de perna, e de gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações experimentais para validação da proteína ideal, dos 22 aos 42 dias de idade

Parâmetros	Relações aminoacídicas testadas (aminoácido/lisina)								CV (%)
	Basal	Tre	Val	Ileo	Arg	Trp	PI	PI+Glu+Gli	
Peso Absoluto (g)									
Carcaça	1719	1764	1863	1767	1738	1788	1724	1738	8,44
Peito com Osso	562	563	609	573	560	572	548	592	9,94
Peito sem Osso	443	465	477	446	435	454	428	460	11,44
Perna	467	496	505	488	469	492	480	442	8,11
G. Abdominal	10,9	14,1	17,9	15,7	15,8	16,9	21,2	16,1	33,16
Peso Relativo (%)									
Carcaça	90,66	90,99	91,23	90,87	90,85	91,09	90,53	90,62	0,77
Peito com Osso ¹	32,61b	31,88b	32,66b	32,40b	32,08b	32,05b	31,72b	34,07a	3,29
Peito sem Osso	25,69	26,44	25,53	25,20	24,82	25,44	24,77	26,46	6,80
Perna ²	27,26a	28,08a	27,09a	27,63a	27,04a	27,54a	27,81a	25,46b	3,29
G. Abdominal ³	0,63a	0,78a	0,96a	0,88a	0,91a	0,94a	1,22b	0,91a	30,25

^{1, 2 e 3} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK a ($P < 0,02$), ($P < 0,01$) e ($P < 0,06$) de probabilidade, respectivamente.

Não houve efeito ($P > 0,05$) das rações experimentais sobre os pesos absolutos do peito com osso e do peito sem osso (Tabela 5). Por outro lado, foi observado aumento ($P < 0,01$) no rendimento de peito com osso (RPO) das aves alimentadas com rações suplementadas com ácido glutâmico e glicina (PI+Glu+Gli) em relação às aves alimentadas com a ração Basal e a ração PI. Apesar disso, o rendimento de peito sem osso não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas rações experimentais. Este fato indica que a melhora observada no RPO é devido ao aumento da participação do peso dos ossos (clavícula, coracóide, esterno e quilha) e cartilagens, com seus respectivos conteúdos de colágeno, no rendimento deste corte, em função da suplementação de Glu+Gli à ração PI, nas aves submetidas ao estresse por calor.

Considerando que aproximadamente 30% do tecido ósseo consiste de componentes orgânicos, formados de 90 a 95% de colágeno, cujo constituinte mais abundante é a glicina (cerca de 30% do total de aminoácidos), seguida da prolina e da hidroxiprolina (STRAKOVÁ *et al.*, 2009), a possível deficiência de glicina no organismo pode interferir na síntese de colágeno ósseo e cartilaginoso, prejudicando a correta mineralização dos ossos (McCARTHY *et al.*, 2001; PASCHALIS *et al.*, 2004).

Sabe-se que o estresse por calor provoca aumento na produção de radicais livres no organismo (MUJAHID *et al.*, 2005; 2006). Assim, o aumento na síntese de glutathione (L- γ -glutamyl-L-cisteinyl-glicina) para manutenção do equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes pode reduzir as concentrações plasmáticas de glicina e ácido glutâmico, tornando-os

condicionalmente indispensáveis, sendo necessária uma fonte exógena destes aminoácidos para suprir a demanda condicional (NEWSHOLME *et al.*, 1989; CORZO *et al.*, 2004; DEAN *et al.*, 2006; MELENDEZ-HEVIA *et al.*, 2009). Além disso, de acordo com Bai *et al.* (2004), radicais livres podem reduzir a síntese de colágeno e modificar a mineralização óssea por diversas vias de inibição que ainda não estão bem elucidadas.

Dessa forma, pode-se inferir que a síntese de colágeno não é prioridade para o organismo sendo os seus precursores desviados para rotas metabólicas mais importantes em situações de desafio infeccioso ou não infeccioso. Entretanto, a suplementação com glicina e ácido glutâmico pode contribuir para a melhora da estrutura óssea de aves sob tais condições, justificando o maior RPO nas aves submetidas ao estresse por calor.

A ausência de variação no rendimento de peito com osso verificada entre as demais rações (Basal, Tre, Val, Ile, Arg, Trp e PI) demonstra que as relações aminoacídicas testadas são suficientes para garantir respostas similares no RPO no estresse por calor, confirmando as relações propostas por Rostagno *et al.* (2005).

As rações experimentais não influenciaram ($P>0,05$) o peso absoluto de perna (coxa+sobrecoxa). Entretanto, o peso relativo variou ($P<0,01$) em função das rações experimentais, sendo que a ração suplementada com glicina e ácido glutâmico (PI+Glu+Gli) proporcionou o menor valor a esta variável em comparação às demais rações, as quais não diferiram entre si.

Uma vez que os frangos estocam quantidades consideráveis de gordura entremeada à musculatura perna (FARIA FILHO *et al.*, 2003), a redução observada no rendimento de perna proporcionado pela ração PI+Glu+Gli pode estar relacionada à atividade oxidativa que a glicina exerce sobre o metabolismo de gordura, associado ao padrão metabólico oxidativo das fibras musculares constituintes deste corte (MACARI *et al.*, 2002), reduzindo suas reservas de gordura. Em estudos realizados com ratos alimentados com um por cento (1%) de glicina adicionada à água de beber, Hafidi *et al.* (2004) observaram redução nos níveis plasmáticos de triglicerídeos e ácidos graxos não esterificados totais, na quantidade de gordura intra-abdominal e no tamanho das células adiposas, além de observarem aumento na atividade respiratória mitocondrial, sugerindo melhora no transporte, na ativação e na atividade β -oxidativa dos ácidos graxos no organismo, em função da suplementação com glicina.

Assim, pode-se inferir que o menor rendimento de coxa+sobrecoxa ocorreu possivelmente devido ao menor teor de gordura acumulada neste corte nas aves alimentadas com ração suplementada com glicina e ácido glutâmico.

Não foi observado efeito ($P>0,10$) das diferentes rações sobre o peso absoluto de gordura abdominal. A não detecção de diferença estatística para esta variável pode ser devido ao elevado coeficiente de variação observado. Apesar disso, a ração formulada no conceito de proteína ideal (PI) proporcionou o maior valor numérico para gordura abdominal, sendo 94,5% superior ao proporcionado pela ração Basal, que apresentou o menor valor numérico.

Por sua vez, o peso relativo de gordura abdominal foi influenciado ($P<0,06$) pelas rações experimentais, sendo que a ração PI proporcionou o maior rendimento a esta variável, em comparação às demais rações. Este fato evidencia o efeito lipogênico da ração formulada pelo conceito de proteína ideal, que tem como característica baixo teor de PB.

A menor deposição de gordura abdominal de aves que receberam ração com maior teor de PB em comparação com aves que receberam ração com baixo teor de PB também foi relatada por vários pesquisadores (TEMIM *et al.*, 2000; FARIA FILHO *et al.*, 2003; BALNAVE, 2004; REZAEI *et al.*, 2004; DAGHIR, 2009; TUMOVA & TEIMOURI, 2010; CORZO *et al.*, 2011). Este fato pode ser devido ao maior gasto energético necessário para metabolização do maior conteúdo de nitrogênio proteico da ração consumida e sua excreção como ácido úrico, resultando em menor sobra de energia a ser depositado como gordura abdominal (KIDD *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 2001).

Também se pode notar redução numérica de 24,1% na gordura abdominal das aves alimentadas com a ração PI+Glu+Gli em comparação à ração PI, indicando um efeito benéfico dos aminoácidos Glu e Gli sobre a qualidade de carcaça das aves. O decréscimo na deposição de gordura abdominal devido à suplementação de glicina e glutamina à ração com baixa PB também foi relatado por Namraund *et al.* (2008). Contudo, Aletor *et al.* (2000) não observaram melhora na deposição de gordura abdominal de frangos alimentados com ração contendo baixo teor de PB e suplementada com ácido glutâmico. No entanto, o efeito da glicina sobre o metabolismo oxidativo de lipídeos (HAFIDI *et al.*, 2004) pode ter contribuído para a redução no rendimento de gordura observado nas aves alimentadas com ração PI+Glu+Gli.

Conclusão

Conclui-se que as relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10%, na base digestível, na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005), estão adequadas para frangos de corte, dos 22 aos 42 dias de idade, submetidos ao ambiente de estresse por calor. A suplementação com ácido glutâmico e glicina melhora as características de carcaça de frangos submetidos a esta condição ambiental.

Literatura Consultada

- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALBINO, L.F.T.A.; SILVA, S.H.M.; VARGAS, J.G. *et al.* Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.519-525, 1999.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. *et al.* Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass, characteristics, whole-body, composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effects of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.38, p.607-610, 1997.
- ASSIS, A.P.; BALBINO, E.M.; CAMPOS, P.H.R.F. *et al.* Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em termoneutralidade dos 22 aos 42 dias de idade. In: Zootec 2008, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BAI, X.C.; LU, D.; BAI, J. *et al.* Oxidative stress inhibits osteoblastic differentiation of bone cells by ERK and NF-kappaB. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.314, p.197-207, 2004.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BALBINO, E.M.; ASSIS, A.P.; SOUZA, M.G. Níveis de lisina em rações para frangos de corte machos mantidos em ambiente de calor dos 22 aos 42 dias de idade. In: Zootec 2008, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. (CD-ROM).
- BALNAVE, D. Challenges of accurately defining the nutrient requirements of heat-stressed poultry. **Poultry Science**, v.83, p.5-14, 2004.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. *et al.* Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v.24, p.711-714, 1981.
- COBB. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. S.I.: s.n., 2005, 58p.
- CORZO, A.; LOAR I.I., R.E.; KIDD, M.T. *et al.* Dietary protein effects on growth performance, carcass traits and expression of selected jejunal peptide and amino acid transporters in broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.13, p.139-146. 2011.
- CORZO, A.; MORAN, E.T.; HOEHLER, D. Valine Needs of Male Broilers from 42 to 56 Days of Age. **Poultry Science**, v.83, p.946-951, 2004.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.; NOGUEIRA, E.T. *et al.* Effects of crude protein levels and essential amino acids: nonessential amino acids ratio on broiler carcasses. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 98., 2009, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: Poultry Science, 2009. (CD-ROM).

- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 409p.
- DAGHIR, N.J. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. **Lohmann information**, v.44, p.6-15, 2009.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.85, p.288-296, 2006.
- FARIA FILHO, D.E.; CAMPOS, D.M.B.; ALFONSO-TORRES, K.A. *et al.* Protein levels for heat-exposed broilers: performance, nutrients digestibility, and energy and protein metabolism. **International Journal of Poultry Science**, v.6, p.187-194, 2007.
- FARIA FILHO, D.E.; RIZZO, M.F.; WADA, M.T. *et al.* Rendimento de carcaça, de cortes comerciais e deposição de gordura abdominal em frangos recebendo dietas de baixa proteína e criados em diferentes temperaturas ambiente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. *et al.* Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.101-106, 2006.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2006, p.104-135.
- GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, L.M. GONZALES, E. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 2002. 187-199p.
- HAFIDI, M.E.; PÉREZ, I.; ZAMORA, J. *et al.* Glycine intake decreases plasma free fatty acids, adipose cell size, and blood pressure in sucrose-fed rats. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.287, p.1387-1393, 2004.
- HUSSEIN, S.; CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.354-362, 2001.
- KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.298-309, 1999.
- KIDD, M.T.; KERR, B.J.; FIRMAN, J.D. *et al.* Growth and carcass characteristics of broiler fed low-protein, threonine supplemented diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.180-190, 1996.
- LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZÁLEZ, F.H.D. *et al.* Níveis dietéticos de proteína e gordura e parâmetros bioquímicos, hematológicos e empenamento em frangos de corte estressados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1783-1790, 2007.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: ANAIS DA CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 1995., Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995, 111-118p.

- MACARI, M.; FURLAN, L.M.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MCCARTHY, A.D.; ETCHEVERRY, S.B.; BRUZZONE, L. *et al.* Non-enzymatic glycosylation of a type I collagen matrix: effects on osteoblastic development and oxidative stress. **BioMed Central Cell Biology**, v.2, p.16-26, 2001.
- MEDEIROS, C.M.; BAETA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M. *et al.* Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p.277-286, 2005.
- MELÉNDEZ-HEVIA, E.; PAZ-LUGO, P.; CORNISH-BOWDEN, A. *et al.* A weak link in metabolism: the metabolic capacity for glycine biosynthesis does not satisfy the need for collagen synthesis. **Journal of Bioscience**, v.34, p.1-20, 2009.
- MUJAHID, A.; SATO, K.; AKIBA, Y. *et al.* Acute heat stress stimulates mitochondrial superoxide production in broiler skeletal muscle, possibly via down regulation of uncoupling protein content. **Poultry Science**, v.85, p.1259-1265, 2006.
- MUJAHID, A.; YOSHIKI, Y.; AKIBA, Y. *et al.* Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. **Poultry Science**, v.84, p.307-314, 2005.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. **Poultry Science**, v.87, p.2250-2258, 2008.
- NAMROUD, N.F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. *et al.* Effects of glycine and glutamic acid supplementation to low protein diets on performance, thyroid function and fat deposition in chickens. **South African Journal of Animal Science**, v.40, p.238-244, 2010.
- NEWSHOLME, P.; PROCOPIO, J.; LIMA, M.M.R. *et al.* Glutamine and glutamate – their central role in cell metabolism and function. **Cell Biochemistry and Function**, v.21, p.1-9, 2003.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **Nutrients requirements of poultry**. 9 ed. Washington, DC: National, Academy, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208, 2009.
- OLIVEIRA, W.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ASSIS, A. Níveis de proteína bruta com suplementação de aminoácidos na ração de frangos de corte submetidos ao estresse de calor. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2007. (CD-ROM).
- OLIVEIRA, W.P.; SOUZA, M.F.; ANTUNES, M.V.L. *et al.* Níveis de lisina para frangos de corte no período de 08 a 21 dias de idade. In: Zootec 2009, 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2009. (CD-ROM).
- OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1092-1098, 2010.
- PASCHALIS, E.P.; SHANE, E.; LYRITIS, G. *et al.* Bone fragility and collagen cross-links. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.19, p.2000-2004, 2004.

- PESTI, G.M. Impact of dietary amino acid and crude protein levels in broiler feeds on biological performance. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.477-486, 2009.
- REZAEI, M.; MOGHADDAM, H.N.; REZA, J.P. *et al.* The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.148-152, 2004.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p.65-83.
- SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J. *et al.* Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.46-50, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, F.T.; NASCIMENTO, A.H. Níveis de energia e relações energia:proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1791-1800, 2001.
- STRAKOVÁ, E.; SUCHÝ, P.; HERZIG, I. *et al.* Amino acid profile of protein from pelvic limb long bones of broiler chickens. **Acta Veterinaria Brno**, v.78, p.571-577, 2009.
- SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; DECUYPERE, E. *et al.* Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: Energy and protein metabolism and diet-Induced thermogenesis. **Poultry Science**, v.83, p.1997-2004, 2004.
- TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMMIN, S. *et al.* Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens. **Poultry Science**, v.78, p.312-317, 2000.
- TUMOVA, E.; TEIMOURI, A. Fat Deposition in the broiler chicken: a review. **Scientia Agriculturae Bohemica**, v.41, p.121-128, 2010.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.1. Viçosa, MG, 2003. (Apostila).
- WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter? In: 15TH ANNUAL ASAIM SOUTHEAST ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 2007., **Proceedings...** Conrad Bali Resort - Indonesia. p.1-5, 2007.
- WALDROUP, P.W.; JIANG, Q.; FRITTS, C.A. Effects of Supplementing Broiler Diets Low in Crude Protein with Essential and Nonessential Amino Acids. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.425-431, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

Para frangos de corte na fase de 08 a 21 dias de idade, os níveis estimados de 1,30 e de 1,40% de lisina digestível das rações obtidos, respectivamente, por meio da variação da proporção de milho e farelo de soja (M+FS) e por suplementação com aminoácidos industriais (PB+AA) proporcionam o melhor desempenho.

Dos 22 aos 42 dias de idade, as exigências de lisina para o melhor desempenho correspondem aos níveis de 1,20 e 0,90% de lisina, respectivamente, para frangos alimentados com ração M+FS e ração PB+AA.

Em ambiente termoneutro, as relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10%, na base digestível, na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005), estão adequadas para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade.

Para frangos de corte submetidos a ambiente de estresse por calor, na fase de 22 a 42 dias de idade, as relações dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina, valina e isoleucina com a lisina ao nível de 1,10%, na base digestível, na proteína ideal preconizada por Rostagno *et al.* (2005), estão adequadas, sendo que a suplementação com ácido glutâmico e glicina melhora as características de carcaça de frangos submetidos a esta condição ambiental.