



Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano

Anastácia Maria de Araújo Campos¹, Horacio Santiago Rostagno², Eduardo Terra Nogueira³, Luiz Fernando Teixeira Albino², João Paulo Leles Pereira², Rosana Cardoso Maia²

¹ Pós-graduação em Zootecnia – UFV.

² Departamento de Zootecnia – UFV.

³ Ajinomoto Biolatina/Ajinomoto Animal Nutrition.

RESUMO - Dois experimentos foram realizados com o objetivo de determinar as relações adequadas de arginina:lisina, isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina digestíveis para frangos machos nas fases inicial (7 a 21 dias) e de crescimento (28 a 40 dias de idade). Um total de 1.800 frangos no período inicial e de 1.440 no período de crescimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado com 9 tratamentos e oito repetições de 25 e 20 aves por unidade experimental nos períodos inicial e de crescimento, respectivamente. As relações utilizadas no período inicial foram: 100, 105 e 110 arginina:lisina; 60, 65 e 70 isoleucina:lisina; 70, 75 e 80 valina:lisina; 15, 16 e 17 triptofano:lisina; e, no período de crescimento: 95, 105 e 115 arginina:lisina; 58, 67 e 76 isoleucina:lisina; 71,5, 77 e 82,5 valina:lisina; 14, 17 e 20 triptofano:lisina. As dietas experimentais foram formuladas atendendo às exigências mínimas de nutrientes, exceto lisina digestível (1.08% para o período inicial e 0.98% para o crescimento). No final dos experimentos, foram determinados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o peso e os rendimentos de peito e de filé de peito. No período inicial, não houve efeito das relações arginina:lisina e triptofano:lisina sobre os parâmetros avaliados, entretanto houve efeito linear das relações isoleucina:lisina e valina:lisina sobre o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. No período de crescimento, as relações arginina:lisina influenciaram linearmente o ganho de peso e a conversão alimentar. Houve efeito quadrático das relações isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina sobre o ganho de peso. O aumento das relações isoleucina:lisina e valina:lisina resulta em melhor desempenho das aves no período de 7 a 21 dias de idade. As relações isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina indicadas para frangos de corte de 28 a 40 dias de idade são de 69, 76 e 18%, respectivamente.

Palavras-chave: avicultura, desempenho, exigências, relação aminoacídica

Updating of the ideal protein for broilers: arginine, isoleucine, valine and tryptophan

ABSTRACT - Two experiments were carried out to evaluate digestible arginine:lysine, isoleucine:lysine, valine:lysine and tryptophan:lysine ratios for male broilers in two periods: 7 - 21 (starter) and 28 - 40 (finisher) days of age. A total of 1800 starter and 1440 finisher broilers were distributed in a completely randomized experimental design with 9 treatments, eight replicates of 25 and 20 birds per experimental unit in the starter and the finisher periods, respectively. The ratios used in the starter period were: 100, 105 and 110 arginine:lysine; 60, 65 and 70 isoleucine:lysine; 70, 75 and 80 valine:lysine; 15, 16 and 17 tryptophan:lysine, and in the finisher: 95, 105 and 115 arginine:lysine; 58, 67 and 76 isoleucine:lysine; 71,5, 77 and 82,5 valine:lysine; 14, 17 and 20 tryptophan:lysine. Diets were formulated to meet or exceed the nutritional requirements in both periods, except for digestible lysine (1.08% for the starter period and 0.98% for the finisher). At the end of each experiment, weight gain, feed intake, feed conversion and breast and breast fillet weight and yield were determined. In the starter period, the arginine:lysine and tryptophan:lysine ratios did not affect the evaluated parameters, but there were linear effects of isoleucine:lysine and valine:lysine ratios on birds weight gain and feed conversion. In the finisher period, the arginine:lysine ratios influenced linearly weight gain and feed conversion. There was a quadratic effect of isoleucine:lysine, valine:lysine, and tryptophan:lysine on weight gain. The increase in the isoleucine:lysine and valine:lysine ratios results in better performance of the broilers from 7 to 21 days of age. The recommended isoleucine:lysine, valine:lysine and tryptophan:lysine ratios for broilers from 28 to 40 days of age are 69, 76 and 18%, respectively.

Key Words: amino acids ratio, performance, poultry production, requirements

Introdução

O contínuo progresso da indústria avícola é produto da contribuição científica e tecnológica das diferentes áreas relacionadas à atividade. A genética e a nutrição são as responsáveis pela contínua geração de aves com melhor desempenho e produtividade.

Do custo total de produção na avicultura, cerca de 70% tem sido atribuído à alimentação, e a energia e as fontes de proteína são responsáveis pela maior parte desse custo. Além do alto preço dos alimentos proteicos utilizados na alimentação das aves, existe preocupação com a poluição ambiental, provocada pelo excesso de proteína nas dietas de frangos de corte, o que resulta em aumento da excreção de nitrogênio e da emissão de amônia (Lora et al., 2008).

Durante muitos anos, as formulações de rações para aves foram baseadas no conceito de proteína bruta, o que resultou em dietas com deficiência ou excesso de aminoácidos. Com a produção industrial de aminoácidos, as dietas passaram a ser formuladas utilizando-se o conceito de proteína ideal. De acordo com Emmert & Baker (1997), a proteína ideal pode ser definida como o balanceamento exato de aminoácidos, sem deficiência nem sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e ganho máximo de proteína corporal, reduzindo o uso dos aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio.

Atualmente, a metionina, lisina e treonina, considerados como o primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes, são suplementados de maneira rotineira nas rações das aves. Existe, inclusive, um volume considerável de informações sobre os níveis recomendados desses aminoácidos. Entretanto, informações sobre a exigência ou a relação com a lisina dos aminoácidos essenciais arginina, isoleucina, valina e triptofano são escassas e apresentam grande variação em seu perfil ideal. Segundo os perfis de proteína ideal citados na literatura, as relações arginina:lisina variam de 105 a 125%; isoleucina:lisina de 61 a 73%; valina:lisina de 75 a 82%; e triptofano:lisina de 14 a 19%. Diante desse contexto, dois experimentos foram realizados com o objetivo de determinar a relação adequada de arginina:lisina, isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina digestível para frangos de corte nas fases inicial (7 a 21 dias) e de crescimento (28 a 40 dias de idade).

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências

Agrárias da Universidade Federal de Viçosa utilizando-se frangos de corte machos da linhagem Cobb 500.

Foram utilizados 1.800 frangos no primeiro experimento (período inicial de 7 a 21 dias de idade), e 1.440 no segundo experimento (período de crescimento de 28 a 40 dias de idade). As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com pé-direito de 3,0 m de altura, coberto com telhas de barro, provido de lanternim, telado, subdividido em boxes de 1,0 × 1,5 m com cama de maravalha (altura de 10 cm) e equipados com um bebedouro tipo *nipple* e um comedouro tubular. Até a montagem dos experimentos, as aves foram criadas recebendo ração formulada à base de milho e farelo de soja e manejo segundo o manual da linhagem (Cobb, 2003).

A temperatura ambiental foi monitorada diariamente nos dois períodos, por meio de termômetros de máxima e mínima.

O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado com nove tratamentos, oito repetições de 25 e 20 aves por unidade experimental nos períodos inicial e de crescimento, respectivamente.

No período inicial, foram utilizadas três relações arginina:lisina (100, 105 e 110), isoleucina:lisina (60, 65 e 70), valina:lisina (70, 75 e 80) e triptofano:lisina (15, 16 e 17). No período de crescimento, as relações avaliadas foram: 95, 105 e 115 arginina:lisina; 58, 67 e 76 isoleucina:lisina; 71,5, 77,0 e 82,5 valina:lisina; 14, 17 e 20 triptofano:lisina.

As dietas basais de cada experimento (Tabela 1) foram formuladas segundo recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina. Para evitar o excesso deste aminoácido digestível, seu nível foi calculado para ser 94% (1,08% para o período inicial e 0,98% para o de crescimento) do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005).

As rações basais continham as maiores relações aminoácídicas testadas em cada período (inicial: 100 arginina:lisina digestível; 70 isoleucina:lisina digestível, 80 valina:lisina digestível; 17 triptofano:lisina digestível; crescimento: 115 arginina:lisina digestível; 76 isoleucina:lisina digestível, 82,5 valina:lisina digestível; 20 triptofano:lisina digestível). As outras duas relações de cada aminoácido nos dois períodos foram obtidas mediante a retirada do L-aminoácido (arginina, isoleucina, valina ou triptofano) das dietas basais.

A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados de desempenho. As aves e as rações foram pesadas no início e ao final de cada experimento para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar aos 21 e aos 40 dias de idade.

Tabela 1 - Composição percentual e química das rações da fase inicial (7 a 21 dias) e de crescimento (28 a 40 dias)

Ingrediente	Período (dias)	
	8 a 21 ³	28 a 40 ⁴
Milho	67,756	70,515
Farelo de soja 45%	15,000	10,042
Farinha de carne e ossos 45%	4,000	4,000
Glúten 60%	-	4,000
Farelo de peixe 54%	4,000	2,000
Plasma sanguíneo	1,300	1,000
Óleo de soja	1,000	1,742
Ácido glutâmico	2,000	3,460
Carbonato de potássio	0,300	0,306
Inerte	1,514	-
Calcário	0,365	0,475
Fosfato bicálcico	0,270	0,380
Sal comum	0,285	0,292
Amido	0,378	0,000
DL-metionina, 99%	0,297	0,255
L-treonina, 98%	0,155	0,152
Glicina	0,200	-
Lisina HCl, 99%	0,362	0,442
L-arginina ¹	0,192	0,277
L-isoleucina ¹	0,146	0,176
L-valina ¹	0,123	0,110
L-triptofano ¹	0,022	0,061
Mistura mineral ²	0,050	0,050
Mistura vitamínica ²	0,120	0,100
Cloreto de colina, 60%	0,100	0,100
Anticoccidiano (salinomicina)	0,055	0,055
Butil-hidroxi-tolueno	0,010	0,010
Composição nutricional		
Energia metabolizável, kcal/kg	3085	3250
Proteína bruta, %	18,84	18,50
Cálcio, %	0,883	0,824
Fósforo disponível, %	0,450	0,411
Sódio, %	0,225	0,205
Potássio, %	0,685	0,600
Cloro, %	0,363	0,366
Glicina + serina total, %	2,075	1,709
Histidina digestível, %	0,419	0,395
Leucina digestível, %	1,451	1,637
Metionina digestível, %	0,566	0,527
Metionina total, %	0,596	0,553
Metionina + cistina digestível, %	0,813	0,777
Metionina + cistina total, %	0,884	0,841
Treonina digestível, %	0,745	0,697
Treonina total, %	0,841	0,782
Lisina digestível, %	1,080	0,980
Lisina total, %	1,175	1,059
Arginina digestível, %	1,188	1,127
Arginina total, %	1,281	1,122
Isoleucina digestível, %	0,756	0,745
Isoleucina total, %	0,833	0,823
Valina digestível, %	0,864	0,809
Valina total, %	0,987	0,918
Triptofano digestível, %	0,184	0,196
Triptofano total, %	0,209	0,224

¹ Aminoácidos retirados para obtenção das demais relações arginina:lisina; isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina.

² Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I.; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ácido pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ácido fólico - 1,0 g; ácido nicotínico - 50,0 g; selênio - 250,0 mg. Mistura mineral (kg do produto): ferro - 80 g; cobre - 10 g; cobalto - 2 g; manganês - 80 g; zinco - 50 g; iodo - 1 g.

³ Relações período inicial: 110 arginina:lisina digestível; 70 isoleucina:lisina digestível, 80 valina:lisina digestível; 17 triptofano:lisina digestível.

⁴ Relações período de crescimento: 115 arginina:lisina digestível; 76 isoleucina:lisina digestível, 82,5 valina:lisina digestível; 20 triptofano:lisina digestível.

Ao final de cada período, após jejum de 12 horas, foram abatidas quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, para determinação do peso e do rendimento de peito e filé de peito.

As análises estatísticas foram realizadas pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2000). As dietas basais de cada período que continham a maior relação aminoácido:lisina digestível foram comuns na análise de todos os aminoácidos. Os três níveis de cada aminoácido foram submetidos à análise de regressão utilizando-se as funções linear e quadrática do SAEG. As relações ideais foram obtidas utilizando 95% da resposta quadrática.

Resultados e Discussão

As temperaturas médias no primeiro e segundo experimentos, respectivamente, foram 23 e 22 °C; a média das mínimas foi de 19 e 16 °C e a das máximas de 27 e 28 °C.

No primeiro experimento, não foi observado efeito significativo da relação arginina:lisina digestível sobre nenhum dos parâmetros estudados e isso sugere que o nível de 1,080% de arginina digestível, correspondente à relação arginina:lisina de 100%, pode ser suficiente para melhorar o desempenho dos frangos de corte de 8 a 21 dias de idade (Tabela 2). A relação arginina:lisina (100%) obtida neste experimento diverge da recomendada por Chamrusspollert et al. (2004) e Atencio et al. (2004), de 106 (1,27% arginina digestível) e 105% (1,22%), respectivamente.

A relação arginina:lisina parece ser afetada pela temperatura ambiente. Brake et al. (1998) relataram que o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte melhoravam com relações arginina:lisina de até 139% em alta temperatura; entretanto, este efeito não era observado sob temperatura moderada. Ressalta-se que a temperatura média neste experimento foi de 23 °C em ambiente não-controlado.

Houve efeito linear das relações isoleucina:lisina digestível sobre o ganho de peso ($Y = 480,47 + 2,253$ isoleucina; $R^2 = 0,84$), a conversão alimentar ($Y = 1,90 - 0,006$ isoleucina; $R^2 = 0,80$), o peso de peito ($Y = 89,37 + 1,001$ isoleucina; $R^2 = 0,97$), o rendimento de peito ($Y = 15,08 + 0,072$ isoleucina; $R^2 = 0,97$), o peso de filé ($Y = 68,11 + 0,839$ isoleucina; $R^2 = 0,97$) e o rendimento de filé ($Y = 11,81 + 0,06$ isoleucina; $R^2 = 0,95$). Entretanto, Baker et al. (2002) observaram efeito quadrático da relação isoleucina:lisina sobre os parâmetros avaliados em frangos de corte de 1 a 21 dias, sendo que a relação 61,4% (0,682% isoleucina digestível) proporcionou o melhor desempenho. Rostagno et al. (2005) relataram que a melhor relação entre esses aminoácidos para fase inicial é 65%.

O ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram resposta linear às relações valina:lisina digestível ($P < 0,05$), descritas pelas equações $Y = 444,554 + 2,398 \text{ valina}$ ($R^2 = 0,98$) e $Y = 1,96847 - 0,0064 \text{ valina}$ ($R^2 = 1,00$), respectivamente. Os resultados obtidos neste experimento demonstram que a relação valina:lisina digestível ideal para se obterem o maior ganho de peso e a melhor conversão alimentar de frangos de corte de 7 a 21 dias é maior que 80%, valor superior aos obtidos por Corzo et al. (2008), que, em experimentos com frangos machos de diferentes idades, concluíram que a exigência de valina digestível para frangos Ross de 0 a 14 e 14 a 28 dias de idade foi de 0,91 e 0,86, respectivamente. Levando em consideração o conteúdo de lisina das dietas experimentais, esses valores correspondem a uma relação valina:lisina de 76 e 78%. Segundo Tavernari et al. (2009), a melhor relação valina:lisina digestível para a fase inicial (8 a 21 dias) de frangos de corte machos é 76,5%, este valor corresponde a 0,82% de valina na dieta.

Nenhuma das características avaliadas diferiu significativamente com a adição de triptofano. Isso sugere que a relação triptofano:lisina digestível de 15% pode ser suficiente para melhorar o desempenho e a produção de cortes nobres de machos alimentados com dietas contendo 18,5% de proteína bruta. Entretanto, Castro et al. (2000) relataram que as exigências nutricionais de triptofano

digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias é de 0,191%, que corresponde a uma relação triptofano:lisina digestível de 16,7. Experimentos realizados com pintos de corte de 1 a 18 dias de diferentes linhagens e sexo por Rosa et al. (2001) comprovaram que a exigência nutricional de triptofano foi similar para machos e fêmeas e as duas linhas genéticas avaliadas. Os autores concluíram que o nível de triptofano de 0,18% (relação de 16,4%) foi adequado para os parâmetros avaliados. Shan et al. (2003) pesquisaram o efeito da temperatura ambiente (25° e 35 °C) sobre a exigência de triptofano de pintos de corte na fase de 7 a 21 dias de idade e recomendaram níveis baixos de triptofano, de 0,127 a 0,151% na ração, para as duas temperaturas, correspondentes a relações triptofano:lisina de 12 a 14%. Esse resultado pode ser, em parte, explicado pelo baixo ganho das aves no período avaliado, que foi de 28 a 22 g/dia para as temperaturas de 35 e 25 °C, respectivamente.

No segundo experimento, as relações arginina:lisina digestível influenciaram linearmente o ganho de peso e a conversão alimentar (Tabela 3), segundo as equações $Y = 968,535 + 2,20788 \text{ arginina}$ ($r^2 = 0,99$) e $Y = 968,535 + 2,20788 \text{ arginina}$ ($r^2 = 0,92$), respectivamente. Não houve efeito das relações estudadas sobre os pesos e rendimentos de peito e filé. Esses resultados são diferentes dos obtidos

Tabela 2 - Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso e rendimento de peito de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com diferentes relações aminoacídicas durante o período inicial (7 a 21 dias)

Relação aminoacídica	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar	Peito		Filé		
				g	%	g	%	
Arginina:lisina								
100	951,3	630,2	1,513	158,8	20,01	125,6	15,82	
105	937,1	641,0	1,462	158,5	20,16	126,3	16,10	
110	926,1	635,4	1,458	159,8	20,19	127,2	16,05	
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Coefficiente de variação, %	2,63	3,46	4,62	4,22	2,88	4,48	2,54	
Isoleucina:lisina								
60	932,1	612,8	1,523	149,9	19,46	118,8	15,45	
65	924,5	632,6	1,463	153,5	19,70	121,8	15,62	
70	926,1	635,4	1,458	159,9	20,19	127,2	16,05	
Regressão	ns	L*	L*	L*	L*	L*	L*	
Coefficiente de variação, %	2,03	3,59	3,17	3,87	2,70	4,49	2,71	
Valina:lisina								
70	930,0	611,4	1,522	154,8	19,92	123,3	15,85	
75	929,9	626,5	1,487	155,0	20,16	123,2	16,00	
80	926,1	635,4	1,458	159,9	20,19	127,2	16,05	
Regressão	ns	L*	L*	ns	ns	ns	ns	
Coefficiente de variação, %	1,72	2,76	3,32	3,93	2,63	4,24	2,80	
Triptofano:lisina								
15	938,6	618,5	1,510	153,1	19,43	123,5	14,99	
16	932,5	626,6	1,488	154,3	19,69	122,6	15,81	
17	926,1	635,4	1,458	159,9	20,19	127,2	16,05	
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Coefficiente de variação, %	3,49	4,34	4,47	4,75	3,99	5,24	4,18	

ns - não-significativo a 5% de probabilidade; *L - linear ($P < 0,05$); **Quadrática ($P < 0,05$).

por Costa et al. (2001), que, avaliando diferentes relações arginina:lisina (95 a 132%) para frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade, não observaram efeito das relações sobre as características de desempenho, entretanto houve efeito linear crescente para rendimento de perna, e linear decrescente para gordura abdominal. Por outro lado, Mendes et al. (1997) verificaram que o aumento da relação arginina:lisina melhorou a conversão alimentar e o rendimento de carcaça e reduziu a gordura abdominal em frangos de corte de 21 a 42 dias criados sob diferentes condições ambientais (quente, neutro e frio). Segundo Mack et al. (1999), a relação arginina:lisina para frangos de corte de 20 a 40 dias é 112%, valor maior que os recomendados por Atencio et al. (2004) para frangos de 24 a 38 dias e Rostagno et al. (2005), de 102 (1,083% arginina digestível) e 105% (1,097 arginina digestível), respectivamente.

Não houve efeito das relações isoleucina:lisina digestível sobre o consumo de ração. Entretanto, a conversão alimentar ($Y = 2,248 - 0,006704$ isoleucina), o rendimento de peito ($Y = 30,476 + 0,08315$ isoleucina), o peso de filé ($Y = 345,720 + 2,3808$ isoleucina) e o rendimento de filé ($Y = 22,752 + 0,0612$ isoleucina) apresentaram resposta linear e o ganho de peso ($Y = -1550,73 + 77,93$ isoleucina - $0,546$ isoleucina², $r^2 = 1,00$) e o peso de peito ($Y = -617,41 +$

$35,79$ isoleucina - $0,243$ isoleucina², $r^2 = 0,99$) resposta quadrática. Os valores das relações encontradas pelo modelo quadrático para o ganho de peso e peso de peito foram 73 e 71%, respectivamente (Figura 1). No entanto, segundo Euclides & Rostagno (2001), o modelo quadrático tende a superestimar os resultados obtidos. A aplicação de um intervalo de confiança de 95% do valor estimado pela equação quadrática retrata melhor a coerência entre as relações isoleucina:lisina estudadas e a resposta a essas relações.

Utilizando-se a média dos resultados e 95% da resposta quadrática, o valor da relação isoleucina:lisina digestível indicado para o período de 28 a 40 dias foi de 69%. Hale et al. (2004) verificaram que a exigência de isoleucina total para frangos de corte de 30 a 42 dias de idade foi de 0,63% para rendimento de peito e 0,68% para conversão alimentar (0,59 a 0,64% de isoleucina digestível), que corresponde a uma relação isoleucina digestível:lisina digestível de 62 a 67%. Resultados semelhantes foram relatados por Rostagno et al. (2005), que concluíram que, para ótimo desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, a relação isoleucina:lisina na dieta deve ser de 67% (0,70% isoleucina digestível).

Em análise do efeito das relações valina:lisina digestível sobre o desempenho das aves, observou-se que a conversão

Tabela 3 - Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso e rendimento de peito de frangos de corte alimentados com rações com diferentes relações arginina:lisina, isoleucina:lisina e valina:lisina no período de crescimento (28 a 40 dias)

Relação aminoácídica	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar	Rendimento de peito		Rendimento de filé	
				g	%	g	%
Arginina:lisina							
95	2168,1	1177,0	1,844	685,8	36,70	512,6	27,30
105	2119,0	1203,0	1,762	673,6	35,64	512,3	27,18
115	2121,8	1221,1	1,738	699,5	36,73	523,0	27,47
Regressão	ns	L*	L*	ns	ns	ns	ns
Coefficiente, %	3,07	3,74	3,64	3,00	2,41	3,34	3,46
Isoleucina:lisina							
58	2108,2	1134,2	1,858	641,1	35,23	480,2	26,36
67	2198,0	1221,8	1,799	697,0	36,17	512,5	26,73
76	2121,8	1221,1	1,738	699,5	36,73	523,0	27,47
Regressão	ns	Q**	L*	Q**	L*	L*	L*
Coefficiente de variação, %	3,10	2,74	2,25	3,75	2,87	4,82	3,60
Valina:lisina							
71,5	2087,8	1152,5	1,812	656,2	35,33	500,3	26,95
77	2145,3	1215,0	1,766	693,2	36,13	517,8	27,05
82,5	2121,8	1221,1	1,738	699,5	36,73	523,0	27,47
Regressão	ns	Q**	L*	L*	L*	L*	ns
Coefficiente de variação, %	2,57	2,91	1,68	4,36	2,56	4,33	2,83
Triptofano:lisina							
14	2072,0	1093,4	1,898	665,2	36,01	509,2	26,91
17	2137,8	1217,2	1,758	681,5	36,06	499,3	26,79
20	2121,8	1221,1	1,738	699,5	36,73	523,0	27,47
Regressão	Q**	Q**	Q**	L*	L*	ns	ns
Coefficiente de variação, %	1,98	3,51	3,50	4,93	2,22	6,29	3,49

ns - não-significativo a 5% de probabilidade.

* L - linear (P<0,05); ** Quadrática (P<0,05).

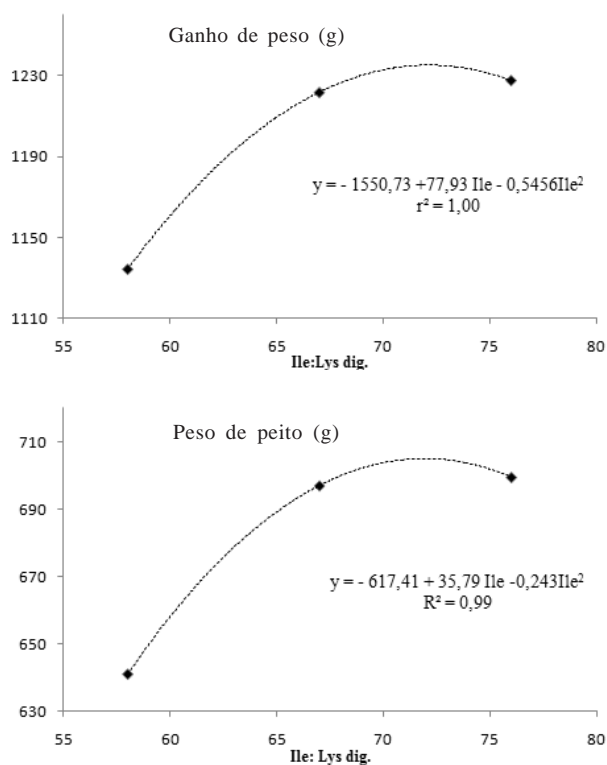


Figura 1 - Ganho de peso e peso de peito de frangos de corte alimentados na fase de 7 a 21 dias de idade com rações formuladas com diversas relações isoleucina:lisina digestível.

alimentar, o peso e rendimento de peito e o peso de filé apresentaram resposta linear, entretanto o ganho de peso apresentou resposta quadrática (Figura 2), de modo que o ganho máximo foi obtido com a relação valina:lisina digestível de 76% (95% da quadrática).

Mack et al. (1999) observaram melhor desempenho de frangos de corte de 20 a 40 dias alimentados com ração formulada com relação valina:lisina digestível de 81%. Entretanto, Corzo et al. (2007), utilizando dietas vegetais à base de milho e farelo de amendoim contendo diferentes níveis de valina digestível (0,59 a 0,84%), concluíram que a relação valina:lisina digestível de 78% (0,74% na dieta) foi adequada para as aves no período de 21 a 42 dias de idade. Posteriormente, Corzo et al. (2008) concluíram que a relação valina:lisina digestível para frangos *Ross* de 28 a 42 dias foi de 74% ou 0,78% de valina digestível.

O consumo de ração ($Y = 682,52 + 162,91 \text{ triptofano} - 4,547 \text{ triptofano}^2$, $R^2 = 1,00$), o ganho de peso ($Y = -1068,9 + 247,67 \text{ triptofano} - 6,66 \text{ triptofano}^2$, $R^2 = 1,00$) e a conversão alimentar ($Y = 4,142 - 0,2538 \text{ triptofano} - 0,00668 \text{ triptofano}^2$, $R^2 = 1,00$) apresentaram resposta quadrática às relações triptofano:lisina digestível. No entanto, o peso e o rendimento

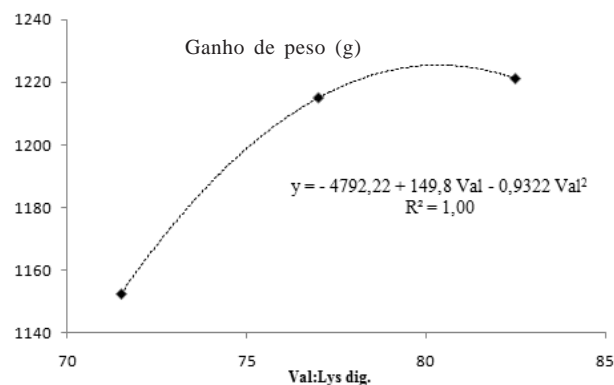


Figura 2 - Ganho de peso de frangos de corte alimentados na fase de 7 a 21 dias de idade com rações formuladas com diversas relações valina:lisina digestível.

de peito apresentaram resposta linear. As relações triptofano:lisina digestíveis obtidas com as equações variaram de 18 a 19%. Utilizando a média dos resultados e 95% da resposta quadrática, a relação ideal de triptofano:lisina digestível é 18% (0,1764% triptofano digestível). Segundo Baker & Han (1994), com o aumento da idade dos frangos, ocorre elevação na proporção ideal do triptofano, uma vez que a exigência de manutenção desse aminoácido aumenta em proporção maior que a de lisina. Esses autores recomendaram relação ideal de 17% de triptofano para frangos em fase de crescimento. Corzo et al. (2005) realizaram um experimento com frangos de 42 a 54 dias de idade e concluíram que, levando em consideração todos os parâmetros avaliados, desempenho, carcaça e metabólicos, a exigência de triptofano total foi de 0,17% da ração (relação triptofano total/lisina total de 20%).

Conclusões

O aumento dos aminoácidos isoleucina e valina em relação à lisina proporciona melhor desempenho de frangos de corte na fase de 7 a 21 dias de idade. As relações triptofano:lisina e arginina:lisina digestíveis para este período são de 100% (1,08% arginina digestível) e 15% (0,162% triptofano digestível). As relações isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina de 69, 76 e 18%, respectivamente, são ideais para máximo desempenho de frangos de corte de 28 a 40 dias de idade.

Agradecimentos

À Coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela bolsa de estudos, e à Ajinomoto Animal Nutrition.

Referências

- ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1456-1466, 2004.
- BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered uring heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **British Poultry Science**, v.39, p.639-647, 1998.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.7, n.9, p.1441-1447, 1994.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, N.R. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.
- CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1743-1749, 2000.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Inúence of temperature on the arginine and methionine requirements of young broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.628-638, 2004.
- CORZO, A.E.T.; MORAN, D.; HOEHLER, A. Dietary tryptophan need of broiler males from forty two to fifty six days of age. **Poultry Science**, v.84, p.226-231, 2005.
- CORZO, A.M.T.; KIDD, W.; DOZIER, W. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.546-554, 2007.
- CORZO, A.; DOZIER III, W.A.; KIDD, M.T. Valine nutrient recommendations for Ross × Ross 308 broilers. **Poultry Science**, v.87, p.335-338, 2008.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da relação arginina-lisina sobre o desempenho e qualidade da carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2021-2025, 2001.
- EMMERT, J.L.Y.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal Application Poultry Research**, v.6, n.4, p.462-470, 1997.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001. p.77-88.
- HALE, L.L.; BARBER, S.J.; CORZO, A. et al. Isoleucine needs of thirty- to forty-two-day-old female chickens: growth and carcass responses. **Poultry Science**, v.83, p.1986-199, 2004.
- LORA, A.; PENA, S.; ALBINO, L.F.T. et al. Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 5., 2008, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, 2008. p.113-124.
- MACK, S.; BERCOVICI, D.; GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v.40, p.257-263, 1999.
- 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, n.3, p.472-481, 1997.
- ROSA, A.P.; PESTI, G.M.; EDWARDS, H.M. et al. Tryptophan requirements of different broiler genotypes. **Poultry Science**, v.80, p.1718-1722, 2001.
- 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, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SHAN, A.S.; STERLING, K.G.; PESTI, G.M. et al. The influence of temperature on threonine and tryptophan requirements of Young broilers. **Poultry Science**, v.82, p.1154-1162, 2003.
- TAVERNARI, F.C.; LELIS, G.R.; VIEIRA, R.A. et al. Exigência de valina para frangos de corte na fase inicial. In: Conferência FACTA, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2009. (CD-ROM).