

Exigências de Metionina + Cistina para Frangos de Corte Machos em Diferentes Fases de Criação¹

Anel Atencio², Luiz Fernando Teixeira Albino³, Horacio Santiago Rostagno³,
Flávio Medeiros Vieites⁴

RESUMO - Três experimentos foram realizados com o objetivo de determinar a exigência de metionina + cistina e a relação metionina + cistina:lisina digestível para frangos machos, *Avian Farm*, nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco níveis de metionina + cistina digestível, seis repetições e 20 aves por boxe nas fases de 1 a 20 e 24 a 38 dias de idade e 16 aves por boxe na fase de 44 a 56 dias de idade. Os níveis de metionina + cistina digestível utilizados nas diferentes fases foram: 1 a 20 dias de idade, 0,731 a 0,916% (incremento de 0,046%); 24 a 38 dias de idade, 0,712 a 0,881% (incremento de 0,042%); e 44 a 56 dias de idade, 0,631 a 0,781% (incremento de 0,037%). Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar foram avaliados ao final de cada período e rendimento de carcaça e dos cortes nobres, aos 38 e 56 dias. Efeitos linear positivo para ganho de peso e quadrático para conversão alimentar foram observados na fase de 1 a 20 dias de idade. O nível de metionina + cistina digestível (total), estimado na fase de 1 a 20 dias de idade, foi de 0,808% (0,907% total), correspondente a uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 70%, de acordo com os resultados de conversão alimentar e a utilização do modelo descontínuo. Houve efeito quadrático para ganho de peso, conversão alimentar e peso absoluto da perna, na fase de 24 a 38 dias de idade. O nível de metionina + cistina digestível (total) estimado na fase de 24 a 38 dias de idade foi de 0,767% (0,844% total), correspondente a uma relação metionina + cistina:lisina de 72%, de acordo com os resultados de ganho de peso e com o modelo descontínuo. Não houve efeito dos níveis de metionina + cistina, na fase de 44 a 56 dias de idade, sobre as características de desempenho. Entretanto, o rendimento de peito e de carne de peito teve efeito quadrático. O valor de exigência de metionina + cistina digestível (total), estimado para a fase de 44 a 56 dias de idade, foi de 0,668% (0,738% total), correspondente a uma relação de 71%, de acordo com a melhor resposta biológica ou zootécnica.

Palavras-chave: aminoácidos, aves, nutrição, proteína

Methionine + Cystine Requirement of Males Broilers from 1 to 20, 24 to 38 and 44 to 56 Days of Age

ABSTRACT - Three assays were carried out to determine methionine + cystine requirement and the digestible methionine + cystine: digestible lysine ratio of males broilers, *Avian Farms*, from 1 to 20, 24 to 38 and 44 to 56 days of age. Each experiment was a completely randomized design with five levels of methionine + cystine, six replications and 20 birds per pen from 1 to 20 and 24 to 38 and 16 birds per pen from 44 to 56 day of age, respectively. The digestible methionine + cystine levels were 0.731-0.916% (in increments of 0.046); 0.712-0.881% (in increments of 0.042) and 0.631-0.781% (in increments of 0.037) for 1 to 20, 24 to 38 and 44 to 56 days of age, respectively. Feed intake, weight gain, feed conversion and carcass quality were evaluated. There were linear positive and quadratic effects of the methionine + cystine levels on body weight gain and feed conversion, respectively, in the 1 to 20 days phase. Using the broken line model, the requirement of digestible methionine + cystine (total) and the ratio of digestible methionine + cystine:digestible lysine for the 1 to 20 days phase was 0.808 (0.907% total) and 70%, respectively, according to the results of feed conversion. For the phase 24 to 38 days, weight gain, feed conversion and absolute leg quarter weight responded quadratically to increasing levels of digestible methionine + cystine. Using the broken line model, the requirement of digestible methionine + cystine (total) and the ratio of digestible methionine + cystine:digestible lysine for the 24-38 days phase were 0.767 (0.844% total) and 72%, respectively, according to the results of body weight gain. The absence of a significant response for body weight gain and feed conversion in the third phase (44-56 days) demonstrates that the lowest level of methionine + cystine met the birds requirement. Nevertheless, according to the best biological response the digestible (total) methionine + cystine were 0.668% (0.738% total) and 71%, respectively. Methionine + cystine quadratically affected breast yield and breast fillet yield in the 44 to 56 days phase.

Key Words: amino acids, nutrition, poultry, protein

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à UFV. Financiamento: CAPES.

² Doutor em Zootecnia (anel@uga.edu).

³ Professor do DZO/UFV.

⁴ Médico Veterinário, D.S. em Nutrição de Monogástricos. E.mail: fmvieites@yahoo.com.br

Introdução

A metionina + cistina é o primeiro aminoácido limitante em dietas para frangos de corte. Os níveis de metionina + cistina na dieta podem ser afetados pelos níveis de colina, lisina e arginina (Chamruspollert, 2001).

Na atualidade, é recomendável manter uma relação entre os aminoácidos para evitar a perda energética da dieta, em consequência do desbalanço entre os aminoácidos.

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de minimizar os desbalançamentos entre os nutrientes, principalmente os aminoácidos, os quais consomem energia no processo de eliminação.

O NRC (1994) recomenda valores de metionina + cistina total para frangos de corte de 0,90% para a fase de 1 a 21; 0,72% para 22 a 42; e 0,60% para 43 a 56 dias de idade, para dietas com 3.200 kcal de energia metabolizável. Entretanto, deve ser considerado que o frango utilizado antes de 1994 era geneticamente diferente do frango utilizado hoje.

Rostagno et al. (2000) recomendam valores de metionina + cistina total de 0,90% (0,81% digestível) para a fase de 1 a 21; 0,83% (0,74% digestível) para 22 a 42 e 0,74% (0,67% digestível) para 43 a 56 dias de idade.

As relações de metionina + cistina:lisina digestível utilizadas nesta pesquisa basearam-se nos trabalhos de Han & Baker (1994), Mack et al. (1999) e Rostagno et al. (2000). A relação metionina + cistina:lisina, com base no conceito de proteína ideal recomendado por Han & Baker (1994) e Rostagno et al. (2000), para a fase de 1 a 21 dias de idade, é de 71%. Mack et al. (1999) sugerem uma relação de 75% para a fase de 20 a 40 dias de idade, utilizando-se o mesmo valor para 42 a 56 dias de idade.

Objetivou-se, com este trabalho, determinar as exigências de metionina + cistina digestível para frangos de corte machos, *Avian Farm*, nas diferentes fases de criação, e calcular as respectivas relações metionina + cistina:lisina digestível.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi conduzida na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se frangos de corte da linhagem *Avian Farm*.

Os experimentos, em número de três, realizados no período de 20/05/2001 a 15/07/2001 foram conduzidos

em um galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 m de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½". Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe, foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, durante os diferentes períodos experimentais, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e úmido e de globo negro. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h).

Durante os períodos experimentais, foi adotado um programa de luz contínuo (luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/boxe, com altura regulável.

Os aminoácidos sintéticos HCl-lisina (99%), DL-metionina (99%), L-treonina (98,5%), L-arginina (99%) foram suplementados em quantidades necessárias para atender o padrão de proteína ideal ou o perfil de aminoácido ideal recomendado pela literatura; a digestibilidade de cada aminoácido foi de 97,91; 98,9; 92,4; e 95%, respectivamente (Rostagno et al., 2000).

No primeiro experimento (1 a 20 dias de idade), utilizaram-se 600 pintos de corte machos, com um dia de idade e peso médio de 45 g.

A umidade relativa do ar média observada durante o período de 1 a 20 dias de idade foi de 73±7,8%; o ITGU, de 72±3; e a temperatura, de 23°C. A média das mínimas e das máximas foi de 19°C e 27°C, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, totalizando cinco tratamentos, com seis repetições e 20 aves por unidade experimental.

A dieta basal (Tabela 1), deficiente em metionina + cistina, com relação metionina+cistina:lisina digestível de 63%, recebeu suplementação de DL-metionina (99%) para se obterem perfis de 67, 71 (nível recomendado por Rostagno et al., 2000), 75 e 79%, correspondentes a níveis de metionina + cistina digestível nas dietas de 0,731; 0,777; 0,824; 0,870; e 0,916% e de metionina + cistina total de 0,813; 0,859; 0,905; 0,951; e 0,997%, respectivamente.

A dieta basal, deficiente em metionina + cistina, foi formulada para atender às exigências das aves, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para a relação dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina e glicina. A lisina

Tabela 1 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 1 a 20 dias
 Table 1 - Composition of the basal diet (1 to 20 days)

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%	
Milho, grão moído <i>Corn</i>	57,51	
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	32,256	
Farelo de glúten de milho (60%) <i>Corn gluten meal</i>	2,750	
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,758	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,867	
Calcário <i>Limestone</i>	1,216	
Sal comum <i>Salt</i>	0,467	
L-lisina HCL (98%) <i>L-lysine HCl</i>	0,262	
DL-metionina (99%) <i>DL-methionine</i>	0,122	
L-treonina (98,5%) <i>L-threonine</i>	0,066	
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	0,415	
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	
Antioxidante ³ <i>Anticoccidial</i>	0,055	
Virginiamicina ⁴ <i>Virginiamycin</i>	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT) <i>Antioxidant</i>	0,010	
Cloreto de colina (60%) <i>Choline chloride</i>	0,100	
Total	100,00	
Valores <i>Values</i>	Calculados (%) <i>Calculated</i>	Analisados (%) <i>Analyzed</i>
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3,050	
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	22,00	21,62
Lisina digestível <i>Digestible lysine</i>	1,160	
Lisina total <i>Total lysine</i>	1,272	1,250
Metionina + Cistina digestível <i>Digestible Methionine+Cys</i>	0,731	
Metionina + Cistina total <i>Total Methionine+Cys</i>	0,813	0,822
Treonina digestível <i>Digestible threonine</i>	0,777	
Treonina total <i>Total threonine</i>	0,883	0,821
Arginina digestível <i>Digestible arginine</i>	1,276	
Arginina total <i>Total arginine</i>	1,358	1,380

Continua na próxima página...

Continuação da Tabela 1...

Glicina + Serina total	2,007	1,888
<i>Total glycine + serine</i>		
Triptófano digestível	0,228	
<i>Digestible tryptophan</i>		
Cálcio	0,970	
<i>Calcium</i>		
Fósforo disponível	0,457	
<i>Available phosphorus</i>		
Cloro		
<i>Chlorine</i>	0,392	
Sódio	0,225	
<i>Sodium</i>		
Potássio	0,771	
<i>Potassium</i>		
Equilíbrio eletrolítico (Meq/kg)	184,6	
<i>Electrolyte balance</i>		

¹ Suplemento mineral (*mineral supplement*): Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto (*Cobalt*), 2,0 g; Cobre (*Copper*), 20,0 g; Manganês (*Manganese*), 160 g; Zinco (*Zinc*) 100 g; Iodo (*Iodine*), 2,0 g; Excipiente q.s.p., 1000g.

² Suplemento vitamínico (*vitamin supplement*): 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; Ác. Pantotênico (*Pantothenic acid*), 12,0 g; Biotina (*Biotin*), 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. Fólico (*Folic acid*), 1,0 g; Ác. nicotínico (*Nicotinic acid*), 50,0 g; Selênio (*Selenium*), 250,0 mg; Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

⁶ Perfil de AA digestível, expresso em função da Lisina: Lis (100), Met + Cis (63), Tre (67), Arg (110), Trip (19) e Gli+Ser total/lis digestível (164).

⁶ *Digestible amino acid profile, as a ratio to lysine. Lysine (100), Met+Cys (63), Thr (67), Arg (110), Trp (19), Gly+Ser total/digestible lysine (164).*

digestível foi escolhida como padrão (100%) e o nível nas dietas experimentais foi de 1,160%. O perfil de aminoácidos ideal utilizado para treonina foi de 67% (Han & Baker, 1994); arginina, 110% (média do NRC, 1994; Rostagno et al., 2000); triptofano, 19% (valor 5% superior ao recomendado por Han & Baker, 1994); e glicina+serina total/lisina digestível, 170% (Schutte et al., 1997).

A suplementação de metionina sintética foi feita em substituição ao ácido glútamico, portanto, todas as dietas experimentais foram isonitrogênicas (22% de proteína bruta) e isoenergéticas (3.050 kcal de energia metabolizável). A substituição do aminoácido foi realizada peso/peso, embora se tenha conhecimento de que o aporte de N (proteína bruta) entre metionina + cisteína e ácido glutâmico não seja 100% equivalente.

Nos cinco primeiros dias do experimento, foram utilizados bebedouros de pressão e comedouros tipo bandeja, que foram substituídos por bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*.

Aos 20 dias de idade, as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas, para avaliação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

No segundo experimento, no período de 24 a 38 dias, foram utilizados 600 frangos de corte machos, com 24 dias de idade e peso médio de 930 g.

A umidade relativa do ar média observada neste período foi de 72±5,8%; o ITGU, de 69±2; e a temperatura, de 20,7°C. A média das mínimas e das máximas foi de 15,5°C e 26°C, respectivamente.

As aves receberam ração comercial, durante a fase inicial (1 a 24 dias), à base de milho e de farelo de soja, formulada para atender todas as exigências nutricionais, segundo Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado no primeiro experimento. A dieta basal (Tabela 2) deficiente em metionina + cistina, com relação metionina + cistina:lisina digestível de 67%, recebeu suplementação de DL-metionina (99%), em substituição ao ácido glutâmico, para se obterem perfis de 71, 75 (nível recomendado Mack et al., 1999), 79 e 83%, correspondentes a níveis de metionina + cistina digestível nas dietas de 0,712; 0,754; 0,797; 0,839; e 0,881% e de metionina + cistina total de 0,788; 0,830; 0,872; 0,914; e 0,956%, respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender às recomendações de Rostagno et al. (2000),

Tabela 2 - Composição percentual da ração basal para a fase de 24 a 38 dias
 Table 2 - Composition of the basal diet (24 to 38 days)

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%	
Milho, grão moído <i>Corn</i>	62,478	
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	27,722	
Farelo de glúten de milho (60%) <i>Corn gluten meal</i>	1,965	
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	3,500	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,644	
Calcário <i>Limestone</i>	0,974	
Sal comum <i>Salt</i>	0,408	
L-lisina HCL (98%) <i>L-lysine HCl</i>	0,279	
DL-metionina (99%) <i>Dl-methionine</i>	0,156	
L-treonina (98,5%) <i>L-threonine</i>	0,085	
L-arginina (99%) <i>L-arginine</i>	0,057	
L-glicina <i>L-glycine</i>	0,002	
L-triptofano <i>L-tryptophan</i>	0,001	
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	0,378	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃) <i>Potassium carbonate</i>	0,033	
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	
Anticoxidante ³ <i>Anticoccidial</i>	0,055	
Virginiamicina ⁴ <i>Virginiamicin</i>	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT) <i>Antioxidant</i>	0,010	
Cloreto de colina (60%) <i>Choline chloride</i>	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculada (%)	Analisados (%)
<i>Values</i>	<i>Calculated</i>	<i>Analyzed</i>
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3,150	
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	19,85	19,71
Lisina digestível <i>Digestible lysine</i>	1,062	
Lisina total <i>Total lysine</i>	1,164	1,150
Metionina + cistina digestível <i>Digestible methionine+cys</i>	0,712	
Metionina + cistina total <i>Total methionine+cys</i>	0,786	0,723

Continua na próxima página...

Continuação da Tabela 2...

Treonina digestível	0,722	
<i>Digestible threonine</i>		
Treonina total	0,826	0,804
<i>Total threonine</i>		
Arginina digestível	1,189	
<i>Digestible arginine</i>		
Arginina total	1,268	1,270
<i>Total arginine</i>		
Glicina + Serina total	1,806	1,710
<i>Total glycine + serine</i>		
Triptofano digestível	0,202	
<i>Digestible tryptophan</i>		
Triptofano total	0,224	
<i>Total tryptophan</i>		
Cálcio	0,890	
<i>Calcium</i>		
Fósforo disponível	0,410	
<i>Available phosphorus</i>		
Cloro	0,360	
<i>Chlorine</i>		
Sódio	0,200	
<i>Sodium</i>		
Potássio	0,719	
<i>Potassium</i>		
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	170	
<i>Electrolyte balance</i>		

¹Suplemento mineral contendo: Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto (*Cobalt*), 2,0 g; Cobre (*Copper*), 20,0 g; Manganês (*Manganese*), 160 g; Zinco (*Zinc*) 100 g; Iodo (*Iodine*), 2,0 g; Excipiente q.s.p., 1000g.

²Suplemento vitamínico contendo: 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; Ác. Pantotênico (*Pantothenic acid*), 12,0 g; Biotina (*Biotin*), 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. Fólico (*Folic acid*), 1,0 g; Ác. nicotínico (*Nicotinic acid*), 50,0 g; Selênio (*Selenium*), 250,0 mg; Excipiente q.s.p., 1000 g.

³Coxistac 6%.

⁴Stafac 50%.

⁵Butil hidroxi tolueno 99%.

Relação dos aminoácidos digestível/lisina digestível. Lis 100% (Padrão); Met+Cis (67), Tre (68), Arg (112), Trip (19), Gli+Ser total/lisina digestível 170%.

Digestible amino acid profile, as a ratio to lysine. Lysine (100), Met+Cys (67), Thr (68), Arg (112), Trp (19), Gly+Ser total/digestible lysine (170).

exceto para o perfil de aminoácidos. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimentais foi de 1,062%, considerado como padrão (100%). O nível de energia das dietas foi de 3.150 kcal/kg de energia metabolizável e 19,85% de proteína bruta. O perfil de aminoácidos utilizado para treonina foi de 68% (Emmert & Baker, 1997); arginina, 112% (Mack et al., 1999); triptofano, 19% (Mack et al., 1999) e Gli+Ser total/lisina digestível, 170%. Todas as dietas experimentais foram isonitrogênicas e isocalóricas.

Nesta fase, carbonato de potássio foi adicionado à dieta basal, segundo as recomendações de Mongin (1981), alcançando o equilíbrio eletrolítico de 170 mEq/kg de dieta. Foram utilizados bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*.

No final do experimento (38 dias de idade), as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar. No mesmo dia, duas aves com peso médio das aves de cada boxe foram selecionadas para determinação dos rendimentos de carcaça e de cortes nobres (peito, file de peito e perna). O rendimento de carcaça foi feito em relação ao peso vivo das aves ao abate, enquanto o rendimento de peito, filé de peito e perna, em relação à carcaça eviscerada (sem pescoço e vísceras).

No terceiro experimento (44 a 56 dias de idade), utilizaram-se 480 frangos de corte machos, com 44 dias de idade e peso médio de 2.571 g. Essas aves receberam duas rações comerciais, uma na fase

inicial (1 a 24 dias) e outra na fase de crescimento (24 a 44 dias), à base de milho e de farelo de soja, formuladas para atender todas as exigências nutricionais segundo Rostagno et al. (2000).

A umidade relativa do ar média observada no período de 44 a 56 dias de idade foi de $70\pm 5\%$; o ITGU, de 67 ± 2 ; e a temperatura, de $18,7^{\circ}\text{C}$. A média das mínimas e das máximas foi de 13°C e $24,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

O delineamento experimental foi semelhante ao dos experimentos anteriores (1 a 20 e 24 a 38 dias de idade), entretanto, nesta fase, foram utilizadas 16 aves por boxe. A dieta basal (Tabela 3), deficiente em metionina + cistina, com relação metionina + cistina:lisina digestível de 67%, foi suplementada com DL-metionina (99%) para se obterem perfis de 71, 75, 79 e 83%, correspondentes a níveis de metionina + cistina digestível nas dietas de 0,631; 0,668; 0,706; 0,743; e 0,781% e de metionina + cistina, respectivamente, ou de metionina + cistina total de 0,701; 0,738; 0,775; 0,812; e 0,849%, respectivamente.

As dietas experimentais com 17,85% de proteína bruta e 3.200 kcal/kg de energia metabolizável foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos, que foi o mesmo utilizado na fase de 24 a 38 dias. O nível de lisina digestível utilizado em todos os tratamentos foi de 0,941%, considerado como padrão (100%). O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 198 mEq/kg de dieta.

A metodologia e as características de avaliação foram as mesmas utilizadas para a fase de 24 a 38 dias de idade.

Consta na Tabela 4 um resumo dos níveis calculados de proteína bruta, lisina digestível e metionina + cistina digestível utilizados nos três ensaios.

Os resultados obtidos das características estudadas foram submetidos às análises de variância e de regressão (linear, quadrática e descontínua), para determinação das exigências.

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, a 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação (r^2) foi calculado dividindo-se a Soma de Quadrado da regressão pela Soma de Quadrado do tratamento. O programa estatístico utilizado foi o SAS (1996).

Resultados e Discussão

O desempenho das aves e os respectivos coeficientes de variação (CV) para os diferentes níveis de metionina + cistina, na fase de 1 a 20 dias de idade, são apresentados na Tabela 5.

Não houve efeito sobre o consumo de ração, mostrando que os diferentes níveis de metionina + cistina não influenciaram o consumo. O ganho de peso, entretanto, aumentou linearmente ($P < 0,03$), indicando que o peso das aves aumenta com o incremento dos níveis de metionina + cistina na ração. A equação linear ajustada foi: $Y = 0,5015 + 0,1168 * X$ ($r^2 = 0,87$).

Embora não tenha sido observado efeito no consumo de ração, verificou-se que o consumo de metionina + cistina em gramas aumentou ($P < 0,01$) linearmente ($Y = 0,1669 + 9,1040 * X$; $r^2 = 0,99$). Este aumento no consumo de metionina + cistina em gramas pode ser responsável pelo aumento linear no ganho de peso (Tabela 5).

Foi observado efeito quadrático para a variável conversão alimentar. A Figura 1 ilustra os modelos quadrático e descontínuo utilizados para determinar os valores de exigência de metionina + cistina digestível.

O valor de exigência encontrado pelo modelo quadrático foi de 0,876% e pelo modelo descontínuo, de 0,808%, o que resultou em uma diferença no valor de exigência entre os modelos de 8,4%.

O modelo descontínuo, geralmente, resulta em menores valores de exigência, quando comparado ao modelo quadrático (Morris, 1983; Euclides & Rostagno, 2001).

O valor de exigência encontrado para conversão alimentar pelo modelo descontínuo foi de 0,808%, resultando em uma relação de metionina + cistina de 70%, portanto, semelhante à relação de 71% recomendada por Rostagno et al. (2000) e ligeiramente inferior à de 72%, sugerida por Han & Baker (1994).

Knowles & Southern (1998), em experimento realizado com pintos Cornish Rock (4 – 14 dias de idade) e níveis de lisina digestível de 1%, verificaram relações metionina + cistina:lisina digestível, utilizando o modelo descontínuo, de 66% para ganho de peso, 71% para consumo de ração e 63% para eficiência alimentar, portanto, inferior à relação obtida neste experimento. Deve-se ressaltar que o nível de lisina

Tabela 3 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias
 Table 3 - Composition of the basal diet (44 to 56 days)

Ingrediente <i>Ingredient</i>	% <i>%</i>	
Milho, grão moído <i>Corn</i>	68,506	
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	21,991	
Farelo de glúten de milho (60%) <i>Corn gluten meal</i>	2,125	
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	3,188	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,460	
Calcário <i>Limestone</i>	0,901	
Sal comum <i>Salt</i>	0,394	
L-lisina HCL (98%) <i>L-lysine HCl</i>	0,293	
DL-metionina (99%) <i>DL-methionine</i>	0,115	
L-treonina (98,5%) <i>L-threonine</i>	0,073	
L-arginina (99%) <i>L-arginine</i>	0,084	
L-glisina <i>L-glycine</i>	0,000	
L-triptofano <i>L-tryptophan</i>	0,008	
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	0,337	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃) <i>Potassium carbonate</i>	0,207	
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	
Antioxidante ³ <i>Anticcoxidial</i>	0,055	
Virginiamicina ⁴ <i>Virginiamicin</i>	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT) <i>Antioxidant</i>	0,010	
Cloreto de colina (60%) <i>Choline chloride</i>	0,100	
Total	100,00	
Valores <i>Values</i>	Calculados (%) <i>Calculated</i>	Analizados (%) <i>Analyzed</i>
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>		3,200
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	17,85	17,38
Lisina digestível * <i>Digestible lysine</i>	0,941	
Lisina total <i>Total lysine</i>	1,032	0,968
Metionina + cistina digestível <i>Digestible methionine+Cys</i>	0,631	
Metionina + cistina total <i>Total methionine+Cys</i>	0,701	0,704

Continua na próxima página...

Continuação da Tabela 3 ...

Treonina digestível	0,640	
<i>Digestible threonine</i>		
Treonina total	0,735	0,680
<i>Total threonine</i>		
Arginina digestível	1,054	
<i>Digestible arginine</i>		
Arginina total	1,132	1,130
<i>Total arginine</i>		
Glicina + Serina total	1,603	1,746
<i>Total glycine+serine</i>		
Triptófano digestível	0,179	
<i>Digestible tryptophan</i>		
Triptofano total	0,198	
<i>Total tryptophan</i>		
Cálcio	0,800	
<i>Calcium</i>		
Fósforo disponível	0,370	
<i>Digestible phosphorus</i>		
Cloro	0,355	
<i>Chlorine</i>		
Sódio	0,192	
<i>Sodium</i>		
Potássio	0,731	
<i>Potassium</i>		
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	198	
<i>Electrolyte balance</i>		

¹ Suplemento mineral contendo: Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto (*Cobalt*), 2,0 g; Cobre (*Copper*), 20,0 g; Manganês (*Manganese*), 160 g; Zinco (*Zinc*) 100 g; Iodo (Iodine), 2,0 g; Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Suplemento vitamínico contendo: 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; Ác. Pantotênico (*Pantothenic acid*), 12,0 g; Biotina (*Biotin*), 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. Fólico (*Folic acid*), 1,0 g; Ác. Nicotínico (*Nicotinic acid*), 50,0 g; Selênio (*Selenium*), 250,0 mg; Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

Perfil de AA digestível, expresso em relação à lisina. Lisina (100), Met+Cis (60), Tre (68), Arg (112), Trip (19), Gli+Ser total/lisina digestível (170).

* *Digestible amino acid profile, as a ratio to lysine. Lysine (100), Met+Cys (60), Thr (68), Arg (112), Trp (19), Gly+Ser total/digestible lysine (170).*

digestível utilizado neste experimento foi de 1,16%.

Na Tabela 6, encontra-se o desempenho das aves na fase de 24 a 38 dias de idade. Não foi observado efeito significativo para consumo de ração, mostrando que os diferentes níveis de metionina + cistina não afetaram o consumo. Da mesma forma que na fase de 1 a 20 dias, o consumo de metionina+cistina foi linear ($Y = -0,5836 + 23,1533x$). Os níveis de metionina + cistina afetaram o ganho de peso e a conversão alimentar de forma quadrática, possivelmente pelo maior consumo de metionina+cistina.

A Figura 2 ilustra os dois modelos de regressão utilizados na determinação dos valores de exigência para o ganho de peso na fase de 24 a 38 dias.

O valor de exigência encontrado pelo modelo

quadrático foi de 0,827% e pelo modelo descontínuo, de 0,767%, portanto, 8% inferior.

A Figura 3 apresenta os dois modelos de regressão utilizados para determinar a exigência de metionina+cistina para conversão alimentar no período de 24 a 38 dias de idade.

O valor de exigência para metionina + cistina digestível encontrado pelo modelo quadrático para a conversão alimentar foi de 0,823% (Figura 3). Como o modelo quadrático foi o único que se ajustou aos dados e, em comparação aos outros métodos, superestima o valor da exigência, procurou-se, então, uma forma de ajustar essa estimativa. É possível obter um valor de exigência um pouco inferior, ou seja, 0,781%, considerando 95% do valor para máxima resposta do

Tabela 4 - Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação¹
 Table 4 - Nutritional level in the different phases¹

Experimento <i>Experiment</i> (Idade em dias) <i>(Age in days)</i>	Proteína bruta calculada (%) <i>Calculated crude protein</i>	Lisina digestível (%) <i>Dig. lysine</i>	Met + Cist digestível (%) <i>Dig. Met + Cys</i>	Incremento de Met + Cis (%) <i>Met + Cys increase</i>
1 – 20	22,0	1,16	0,731-0,916	0,046
24 – 38	19,9	1,06	0,712-0,881	0,042
44 – 56	17,9	0,94	0,631-0,781	0,037

¹ Cinco níveis de metionina + cistina (Met + Cis) com igual incremento foram utilizados em cada fase.
¹ Five equally spaced threonine levels were used in the different phases.

Tabela 5 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Table 5 - Means of feed intake, weight gain and feed:gain ratio of broiler chicks in the phase 1 to 20 days of age, according to the digestible methionine + cystine (Met+cys) levels

Relação Met+Cis:Lis <i>Digestible met+cys:lis ratio (%)</i>	Níveis Met+Cis dig. <i>Digestible met+cys level (%)</i>	Consumo de ração <i>Feed intake (g)</i>	Consumo de Met+Cis <i>Met+Cys intake (g)</i>	Ganho de peso <i>Weight gain (g)</i>	Conversão alimentar <i>Feed: gain ratio (kg/kg)</i>
63	0,731	934	6,81	584	1,60
67	0,777	933	7,31	597	1,56
71	0,824	916	7,51	595	1,54
75	0,870	928	8,03	603	1,54
79	0,916	930	8,53	607	1,53
CV (%)		3,09	3,36	3,10	1,84
Regressão <i>Regression</i>		NS	L*	L*	Q**

L* - Efeito linear (P=0,03) (L* - Linear effect)

Q** - Efeito quadrático (P<0,01). (Q** - Quadratic effect)

NS: F não-significativo a 5% de probabilidade. NS: F not significant at 5% of probability)

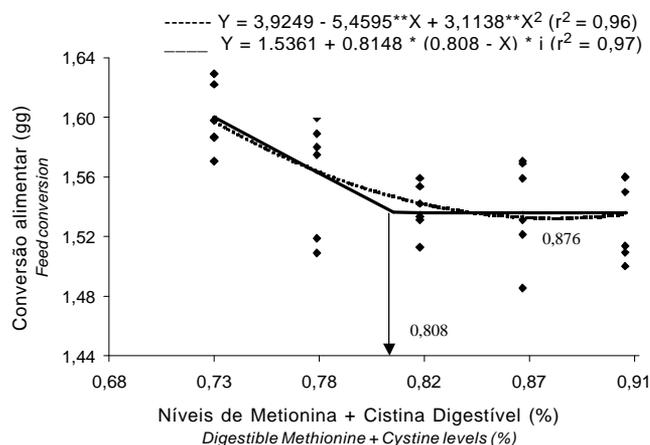


Figura 1 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Avian Farm, no período de 1 a 20 dias de idade.

Figure 1 - Effect of digestible methionine + cystine levels on the feed conversion of broilers from 1 to 20 days of age.

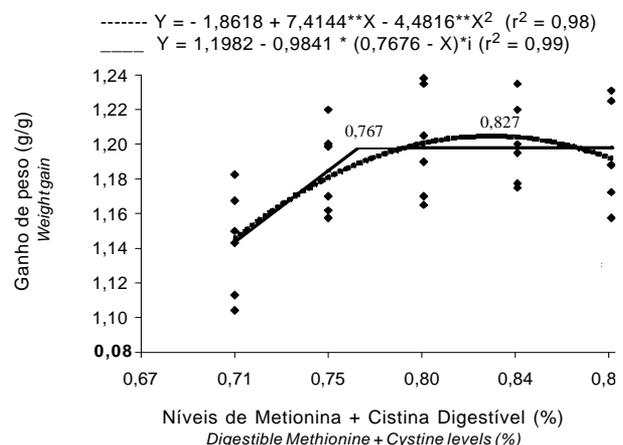


Figura 2 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Avian Farm, no período de 24 a 38 dias de idade.

Figure 2 - Effect of digestible methionine + cystine levels on the body weight gain of broilers from 24 to 38 days of age.

Tabela 6 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Table 6 - Means of feed intake, weight gain and feed:gain ratio of broilers in the phase of 24 to 38 days of age, according to the digestible methionine + cystine levels

Relação Met+Cis:Lis Digestible met+cys:lys ratio (%)	Níveis Met+Cis dig. Digestible met+cys level (%)	Consumo de ração Feed intake (kg)	Consumo de Met+Cis Met+Cys intake (g)	Ganho de peso Weight gain (kg)	Conversão alimentar Feed: gain ratio (kg/kg)
67	0,712	2,236	15,92	1,143	1,95
71	0,754	2,230	16,82	1,184	1,88
75	0,797	2,237	17,83	1,200	1,86
79	0,839	2,263	18,98	1,200	1,89
83	0,881	2,240	19,74	1,194	1,88
CV (%)		2,11	2,08	2,36	1,66
Regressão Regression		NS	L*	Q**	Q**

L* - Efeito linear (P<0,01).

L* - Linear effect.

Q** - Efeito quadrático (P<0,01).

Q** - Quadratic effect.

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

NS: F not significant at 5% of probability.

modelo quadrático, segundo metodologia proposta por Kidd et al. (1999) e Baker et al. (2001).

O valor da exigência sugerida foi de 0,767%, estimado pelo modelo descontínuo para ganho de peso, em que a relação metionina + cistina:lisina digestível foi de 72% para a fase de 24 a 38 dias de idade, portanto, semelhante à recomendada por Emmert & Baker (1997) e Rostagno et al. (2000) e ligeiramente inferior à relação de 75% sugerida por Parsons & Baker (1994) e Mack et al. (1999).

Para fins comparativos, vale citar que os valores de exigência de metionina + cistina total neste experimento, para ganho de peso e conversão alimentar, utilizando o modelo quadrático, foram de 0,903 e 0,894%, respectivamente, para a fase de 24 a 38 dias. Estes valores são semelhantes ao de 0,879% para conversão alimentar e de 0,896% para ganho de peso, encontrados por Barbosa (1998), utilizando o mesmo modelo e frangos de corte machos, Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade.

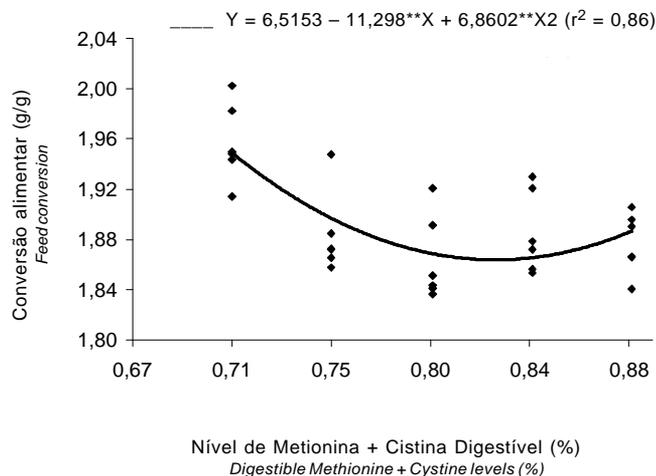


Figura 3 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Avian Farm, no período de 24 a 38 dias de idade.

Figure 3 - Effect of digestible methionine + cystine levels on the feed conversion of broilers from 1 to 20 days of age.

O peso das aves abatidas aos 38 dias, rendimento de carcaça e rendimentos de cortes nobres são apresentados na Tabela 7. Não se observou efeito do nível de treonina da ração sobre qualquer variável de rendimento avaliada.

Na Tabela 8, encontram-se os valores de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar do experimento realizado na fase de 44 a 56 dias de idade.

Não houve efeito dos níveis de metionina + cistina nas dietas sobre consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, indicando que o nível de 0,631% atendeu as exigências das aves para a fase de 44 a 56 dias de idade. Apenas o consumo de metionina + cistina teve efeito linear, apresentando a seguinte equação: $Y = -0,4215 + 26,9488x$.

A relação metionina + cistina:lisina digestível encontrados nesta fase (44-56 dias), com base nos resultados foi de 67%; inferior, portanto, aos 71 e 72% recomendados por Rostagno et al. (2000) e Emmert & Baker (1997), respectivamente.

O valor de exigência de metionina + cistina total encontrado neste experimento foi inferior ao de 0,764%, recomendado por Barbosa (1998), para

frangos de corte machos, Hubbard, na fase de 43 a 56 dias de idade.

Por estes motivos, ainda que a diferença entre o nível de 0,631 e os demais níveis não seja estatisticamente significativa, em termos práticos a recomendação de 0,668% representaria melhora de 3% no ganho de peso e de 2,5% na conversão alimentar.

Na Tabela 9, são apresentados os resultados de peso vivo, rendimento de carcaça, rendimento de peito, rendimento de carne de peito e rendimento de perna das aves selecionadas para o abate aos 56 dias de idade. Constam, na Tabela 10, as estimativas nutricionais de exigências, considerando-se as equações ajustadas pelo modelo de regressão.

Não houve efeito para os rendimentos de carcaça e de perna, entretanto, os rendimentos de peito e de carne de peito responderam de forma quadrática. O valor de exigência estimado para o rendimento de peito e de carne de peito foram de 0,709 e 0,706%, respectivamente.

Na Tabela 11, está apresentado um resumo dos valores de exigências de metionina + cistina digestível e total encontrados para as características de desempenho nas diferentes fases de criação.

Tabela 7 - Médias de rendimento de carcaça e rendimento de cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração
Table 7 - Means of carcass yield and yield of the different parts of broilers from 24 to 38 days old, according to the digestible methionine+cystine (Dig. Met+cys) levels

Relação Met+Cis:Lis <i>Digestible met+cys:lys ratio (%)</i>	Nível de Met+Cis dig. <i>Digestible met+cys level (%)</i>	Consumo de ração <i>Feed intake (kg)</i>	Rendimento de carcaça <i>Carcass yield (%)</i>	Rendimento de peito <i>Breast yield (g)</i>	Rendimento de file <i>Breast fillet yield (%)</i>	Rendimento de perna <i>Leg quarters yield (%)</i>
67	0,712	2,072	65,2	34,1	24,7	29,4
71	0,754	2,118	65,7	33,9	24,9	30,3
75	0,797	2,121	65,2	33,9	24,6	30,7
79	0,839	2,137	65,1	34,1	25,1	29,6
83	0,881	2,113	65,7	33,9	24,7	30,1
CV (%)		2,01	2,29	2,27	3,94	2,67
Regressão <i>Regression</i>			NS	NS	NS	NS

NS: F não-significativo a 5% de probabilidade.

NS: F not significant at 5% of probability.

Tabela 8 - Médias de consumo de Met + Cis, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Table 8 - Means of feed intake, weight gain and feed:gain ratio of broilers from 44 to 56 days of age, according to the digestible methionine + cystine levels

Relação Met+Cis:Lis Digestible Met+Cys:lys ratio (%)	Níveis Met+Cis Met+ Cys intake (g)	Consumo Met Digestible Met+Cys level (%)	Consumo de ração Feed intake (kg)	Ganho de peso Weight gain (kg)	Conversão alimentar Feed: gain ratio (kg/kg)
67	16,57	0,631	2,627	1,044	2,51
71	17,54	0,668	2,626	1,073	2,45
75	18,67	0,706	2,645	1,079	2,45
79	19,61	0,743	2,640	1,081	2,44
83	20,58	0,781	2,636	1,082	2,44
CV (%)	1,77	1,78	3,39	2,68	
Regressão Regression	L*	NS	NS	NS	

NS: F não-significativo a 5% de probabilidade.

NS: F not significant at 5% of probability.

* Linear.

Tabela 9 - Médias de rendimento de carcaça e rendimento de cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Table 9 - Means of carcass yield and yield the different parts in broilers from 44 to 56 days old, according to the digestible methionine + cystine (Dig. Met + Cys) levels

Relação Met+Cis:Lis (%) Digestible Met+Cys:lys ratio	Níveis de Met+Cis dig. Dig.Met + cys level (%)	Peso vivo das aves Average slaughter weight (kg)	Rendimento de carcaça Carcass yield (%)	Rendimento de peito Breast yield (%)	Rendimento de carne de peito Breast fillet yield (%)	Rendimento de perna Leg quarter yield (%)
67	0,631	3,710	69,1	33,0	24,7	31,1
71	0,668	3,705	68,6	34,5	26,5	31,1
75	0,706	3,718	68,5	34,3	25,8	31,3
79	0,743	3,707	68,5	34,6	26,4	30,8
83	0,781	3,735	68,8	33,2	24,9	32,1
CV (%)		1,30	1,69	3,27	4,62	4,37
Regressão Regression			NS	Q	Q	NS

Q* - Efeito quadrático (P<0,05).

Q* - Quadratic effect (P<.05).

NS: F não-significativo a 5% de probabilidade.

NS: F not significant at 5% of probability.

Tabela 10 - Estimativas das exigências de metionina + cistina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimentos de peito e de carne de peito para a fase de 44-56 dias de idade

Table 10 - Estimated methionine + cystine requirements and respective equations for breast yield and breast fillet yield from 44 to 56 days of age

Variável <i>Variable</i>	Equação <i>Equation</i>	Exigência estimada (%) <i>Estimated requirement</i>	R ²
Rendimento de peito <i>Breast yield</i>	$Y = -92,6090 + 358,8660X - 252,9943X^2$	0,709	0,86
Rendimento de carne de peito <i>Breast fillet yield</i>	$Y = -107,9052 + 380,4469X - 269,3040X^2$	0,706	0,74

Tabela 11 - Valores de exigências de metionina + cistina digestível (Total)*, em % da dieta, para as diferentes idades

Table 11 - Digestible (Total) methionine + cystine requirement values estimated (% of diet) for the different phases

Idade em dias <i>Age in days</i>	Níveis de nutrientes da dieta calculados (%) <i>Calculated nutrient levels in the diet</i>		Exigência de metionina + cistina (%) <i>Methionine + cystine requirement</i>	
	Proteína bruta <i>Crude protein</i>	Lisina digestível <i>Digestible lysine</i>	Ganho de peso <i>Weight gain</i>	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>
1 – 20	22,0	1,16	-	0,808 ¹ (0,907)*
24 – 38	19,9	1,06	0,767 ¹ (0,844)*	0,781 ² (0,849)*
44 – 56	17,9	0,94	0,668 ³ (0,738)*	0,668 ³ (0,738)*

¹ Valor de exigências estimado pelo modelo descontínuo (*Requirement estimated using the Broken line model*).

² Valor de exigência estimado pelo modelo quadrático (95% do valor máximo) (*Requirement estimated using the quadratic model and 95 of the maximum response*).

³ Valor de exigência estimado pela melhor resposta zootécnica (*Requirement estimated using the best biological response*).

* Valores de exigência totais estimados (*Requirement estimated base in total amino acids*).

Conclusões

Os valores de exigência de metionina + cistina digestível para as fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade foram de 0,808 (0,907% total); 0,767 (0,844% total) e 0,668% (0,738% total), respectivamente, o que corresponde a uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 70, 72 e 71%.

Literatura Citada

- BAKER D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M. et al. **Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third week of life.** Urbana, Illinois University of Illinois: Department of Animal Sciences and Division of Nutritional Sciences, 2001. 28p.
- BAKER D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BARBOSA, W.A. **Eficiências nutricionais de lisina para duas marcas comerciais de frango de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1998. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- CHAMRUSPOLLERT, M. **Interrelationships between dietary arginine, methionine, and environmental temperature affect growth and creatine biosynthesis in young broiler chicks.** Athens, Georgia: University of Georgia, 2001. 236p. (PhD Thesis) - University of Georgia, 2001.
- EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.462-470, 1997.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, S.H. Estimativas dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. Nutrição de Aves e Suínos. In: WORKSHOP LATIN-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2001. p.77-88.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- KIDD, M.T.; LERNER, S.P.; ALLARD, J.P. et al. Threonine needs of finishing broilers: growth, carcass, and economic responses. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.160-169, 1999.
- KNOWLES T.A.; SOUTHERN L.L. The lysine requirement and ratio of total sulfur amino acids to lysine for chicks fed adequate or inadequate lysine. **Poultry Science**, v.77, p.564-569, 1998.
- MACK, S.; BERCOVICI, D.; DE GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v.40, p.257-265, 1999.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation valance: application in poultry. **Proceeding Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.
- MORRIS, T.R. The interpretation of response data from animal feeding trials. In: HARESIGN, W. (Ed.) **Recent advances in animal nutrition.** London: Butterworths, 1983. p.13-23.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of poultry.** 9.ed. Washington, D.C.: National Academy, 1994. 155p.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.119-128.
- 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, 2000. 141p.
- SCHUTTE, J.B.; SMINK, W.; PACK M. Requirement of young broiler chicks for glycine + serine. **Arch Geflugelk**, v.61, n.1, p.43-47, 1997.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS guide statistics.** Version 6. 12.ed. Cary: 1996.

Recebido em: 22/10/02
Aceito em: 12/12/03