

Exigências de Treonina para Frangos de Corte Machos nas Fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 Dias de Idade¹

Anel Atencio², Luiz Fernando Teixeira Albino³, Horacio Santiago Rostagno³, Jean Eduardo de Oliveira⁴, Flávio Medeiros Vieites², Juarez Lopes Donzele³

RESUMO - Três experimentos foram realizados com o objetivo de determinar a exigência de treonina e a relação treonina: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 treonina 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 treonina digestível utilizados nas diferentes fases foram: de 1 a 20 dias de idade, 0,684 a 0,870% (incremento de 0,047%); de 24 a 38 dias de idade, 0,637 a 0,807% (incremento de 0,043%); e de 44 a 56 dias de idade, 0,565 a 0,715% (incremento de 0,037%). No final de cada experimento, foram avaliadas as características de desempenho e a qualidade de carcaça. Houve efeito quadrático para consumo de ração e ganho de peso na fase de 1 a 20 dias de idade. A exigência de treonina digestível (total) na fase de 1 a 20 dias de idade foi de 0,777% (0,890% total), correspondente a uma relação treonina:lisina de 67%, de acordo com os resultados de ganho de peso e com o modelo descontínuo. Não houve efeito dos níveis de treonina sobre as características de desempenho, sugerindo que o nível de treonina digestível (total) de 0,637 (0,731% total), correspondente a uma relação de 60%, foi suficiente para atender às exigências das aves na fase de 24 a 38 dias de idade, no entanto níveis mais baixos devem ser estudados para determinação do valor exato da exigência. Observou-se efeito linear dos níveis de treonina digestível sobre o rendimento de perna na fase de 24 a 38 dias de idade. Não houve efeito dos níveis de treonina sobre as características de desempenho e rendimento de cortes nobres na fase de 44 a 56 dias de idade, sugerindo que o nível de treonina digestível (total) de 0,565% (0,650% total), correspondente a uma relação de 60%, foi suficiente para atender à exigência, mas níveis mais baixos devem ser estudados para a fase de 44 a 56 dias.

Palavras-chave: aminoácidos, aves, nutrição, proteína

Threonine Requirement of Male Broiler Chicks from 1 to 20, 24 to 38 and 44 to 56 Days of Age

ABSTRACT - Three assays were carried out to determine the threonine requirement and the digestible threonine:lysine ratio of broiler males, *Avian Farm*, from 1 to 20, 24 to 38 and 44 to 56 days of age. A completely randomized design with five levels of threonine, six replicates and 20 birds per pen from 1 to 20 and 24 to 38, and 16 birds per pens from 44 to 56 were used in each experiment. The concentrations of digestible threonine were 0.684 to 0.870% (in increments of 0.047); 0.637 to 0.807% (in increments of 0.043); and 0.565 to 0.715 (in increments of 0.037) for 1-20, 24-38 and 44-56 days of age, respectively. A quadratic effect due to increasing digestible threonine levels were observed for feed consumption and body weight gain in the 1 to 20 day phase. Using the broken line model, the digestible (total) threonine requirement and the digestible threonine:lysine ratio were 0.777 (0.890 total) and 67%, respectively, according to the results of body weight gain. Not significant response for body weight gain and feed conversion in the second phase (24 to 38 days) showed that the lowest level of threonine met the birds requirement, but the minimum requirement should be lower. Therefore, the digestible (total) threonine requirement and ratio were .637% (.731% total) and 60%, respectively. Leg quarter yield responded linearly with the increase of the threonine level in the second phase (24 to 38). Not significant response for performance, carcass and parts yields in the third phase (44 to 56 days) indicated that the lowest level of threonine met the birds requirement, but new studies should be conducted to determine the minimum requirement. Therefore, the digestible (total) threonine requirement and ratio to maximize the performance were .565 (.650% total) and 60%, respectively.

Key Words: amino acid, nutrition, poultry, protein

¹ Parte da tese de Doutorado apresentada à UFV.

² Doutor em Zootecnia/UFV (anel@uga.edu).

³ Professor do DZO/UFV, Viçosa, MG (labino@ufv.br).

⁴ Estudante de Doutorado/UFV.

Introdução

A treonina é o terceiro aminoácido limitante em dietas para frangos de corte após a metionina + cistina e a lisina. Formular dietas para frangos de corte, de custo mínimo, que atendam às exigências de treonina é essencial para expressar o máximo potencial genético das aves e diminuir o desbalanço entre os aminoácidos, uma vez que deficiência de treonina pode diminuir a eficiência de utilização de metionina + cistina e de lisina, primeiro e segundo aminoácidos limitantes, respectivamente, nas dietas de frangos de corte.

Na atualidade, é recomendável formular dietas com aminoácidos na proporção ideal (ou que se aproximem) e, para que uma dieta seja considerada ideal, todos os aminoácidos para a síntese protéica devem ser absorvidos e estar presentes na célula no momento requerido.

O NRC (1994) recomenda valores de treonina total para frangos de corte de 0,80; 0,74; e 0,68% nas fases de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade, dietas com 3.200 kcal de energia metabolizável. Rostagno et al. (2000) recomendam valores de treonina total de 0,85% (0,72% digestível) para a fase de 1 a 21 dias; 0,72% (0,61% digestível) para 22 a 42 dias; e 0,63% (0,54% digestível) para 43 a 56 dias de idade.

Várias recomendações de relação treonina:lisina para as diferentes fases de criação são encontradas na literatura (Parsons & Baker, 1994; Baker & Han, 1994; Mack et al., 1999; Emmert & Baker, 1997; Baker et al., 2001; Rostagno et al. 2000).

As relações de treonina:lisina utilizadas nesta pesquisa basearam-se nos trabalhos de Baker & Han (1994) e Emmert & Baker (1997). A relação treonina:lisina no conceito de proteína ideal recomendada por Baker & Han (1994), na fase de 1 a 21 dias de idade, é de 67%, enquanto Emmert & Baker (1997) sugerem 68,5% tanto para a fase de 21 a 42 dias como para 42 a 56 dias de idade. A relação indicada por Baker & Han (1994) baseou-se em ensaios biológicos, enquanto a de Emmert & Baker (1997), em modelos estatísticos.

Neste estudo, objetivou-se determinar as exigências de treonina digestível para frangos de corte machos, Avian Farm, nas diferentes fases de criação, e calcular as respectivas relações treonina:lisina digestível.

Material e Métodos

Este estudo foi conduzido na seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, utilizando frangos de corte da linhagem Avian Farm.

Os experimentos, em número de três, foram realizados no período de 20/05/2001 a 15/07/2001, em um galpão de alvenaria, com pé direito de 3 m de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m e tela de ½". Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada box, 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 feitas diariamente, durante todo o período experimental, cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h).

Para iluminação, adotou-se o programa de luz contínuo (luz natural + artificial) e, para aquecimento dos pintos, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250 W/boxe, com altura regulável.

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

Carbonato de potássio foi adicionado às dietas basais nas diferentes fases, a fim de se manter o equilíbrio eletrolítico próximo do valor recomendado por Mongin (1981), empregando-se sua fórmula para esse fim: $(\% \text{Na}^+ \times 100/22,990^*) + (\% \text{K}^+ \times 100/39,102^*) - (\% \text{Cl}^- \times 100/35,453^*)$, em que * equivale ao grama de Na⁺, K⁺ ou Cl⁻, respectivamente.

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

No período de 1 a 20 dias de idade, a umidade relativa do ar média observada foi de 73±7,8%; o índice de temperatura de blobo e umidade (ITGU), de 72±3; e a temperatura, de 23°C. A média das mínimas e máximas foi de 19 e 27°C, respectivamente.

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

A dieta basal (Tabela 1) deficiente em treonina, com relação treonina:lisina (digestível) de 59%, recebeu suplementação de L-treonina (98,5%) para se obterem perfis de 63, 67 (nível recomendado por Baker & Han, 1994), 71 e 75%, resultando em níveis de treonina digestível nas dietas de 0,684; 0,731; 0,777; 0,824; e 0,870%, respectivamente, e níveis de treonina total de 0,790; 0,840; 0,890; 0,940; e 0,990%.

A dieta foi formulada para atender as exigências nutricionais segundo Rostagno et al. (2000), exceto para a relação metionina+cisteína, triptofano, arginina e glicina. A lisina digestível foi escolhida como padrão (100%) e o nível nas dietas experimentais foi de 1,160% (Rostagno et al., 2000). O perfil de aminoácidos ideal foi de 71% para metionina + cistina (Rostagno et al., 2000); 110% arginina (NRC, 1994; Rostagno et al., 2000); 19% triptofano (5% superior ao recomendado por Baker & Han, 1994); e 170% glicina+serina total/lisina digestível (Schutte et al., 1997).

A suplementação de treonina sintética foi feita em substituição ao ácido glutâmico. Portanto, todas as dietas experimentais foram isonitrogênicas (22% de proteína bruta), isoenergéticas (3.050 kcal de energia metabolizável) e isoprotéicas. A substituição do aminoácido foi realizada peso/peso, embora se tenha conhecimento de que o aporte de N (proteína bruta) da treonina é 28% superior ao do ácido glutâmico (Rostagno et al., 2000).

A dieta basal recebeu adição de carbonato de potássio para manter um equilíbrio eletrolítico da dieta em 177 mEq/kg de ração.

Nos cinco primeiros dias do experimento, foram utilizados bebedouros de pressão e comedouros tipo bandeja, substituídos posteriormente por bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*. No final do experimento (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 (24 a 38 dias), foram utilizados 600 frangos de corte machos, com 24 dias de idade e peso médio de 930 gramas.

No período de 24 a 38 dias, a umidade relativa do ar média foi de 72±5,8%; o ITGU, de 69±2; e a temperatura, de 20,7°C. A média das mínimas e máximas foi de 15,5 e 26°C, respectivamente.

Essas aves receberam, durante a fase inicial

(1 a 24 dias), ração à base de milho e farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado no primeiro experimento. A dieta basal (Tabela 2), deficiente em treonina, com relação treonina:lisina digestível de 60%, recebeu suplementação de L-treonina (98,5%), em substituição ao ácido glutâmico, para se obterem perfis de 64, 68 (Emmert & Baker, 1997), 72 e 76%, correspondentes a níveis de treonina digestível nas dietas de 0,637; 0,680; 0,722; 0,765; e 0,807% e níveis de treonina total de 0,731; 0,777; 0,823; 0,869; e 0,915%, respectivamente.

A dieta basal foi formulada para atender às exigências nutricionais segundo Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimentais foi de 1,062% (Rostagno et al., 2000), considerado padrão (100%) atualmente. O nível de energia das dietas foi de 3.150 kcal de EM e 19,85% de PB. O perfil de aminoácidos foi de 75% para metionina + cistina (Mack et al., 1999), 112% arginina (Mack et al., 1999), 19% para triptofano (Mack et al., 1999) e 170% glicina+serina total/lisina digestível. O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 168 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 ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar. No mesmo dia, duas aves com peso médio das aves de cada boxe foram selecionadas, para determinação do rendimento de carcaça e rendimento de peso dos cortes nobres (peito, carne 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 a carcaça eviscerada (sem cabeça, 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 2661 gramas.

No período de 44 a 56 dias de idade, a umidade relativa média do ar foi de 70±5%; o ITGU, de 67±2; e a temperatura, de 18,7°C. A média das mínimas e máximas foi de 13 e 24,5°C, respectivamente.

As aves utilizadas nessa fase receberam duas rações, uma na fase inicial (1 a 24 dias) e outra na

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>	33,677	
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	20,839	
Sorgo baixo tanino <i>Sorghum low tannin</i>	20,350	
Farelo de glúten de milho (60%) <i>Corn gluten meal</i>	9,435	
Farelo de trigo <i>Wheat meal</i>	7,693	
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,826	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,799	
Calcário <i>Limestone</i>	1,106	
Sal comum <i>Salt</i>	0,485	
L-lisina HCL (98%) <i>L-lysine HCl</i>	0,524	
DL-metionina (99%) <i>DL-methionine</i>	0,181	
L-treonina (98,5%) <i>L-threonine</i>	0,000	
L-arginina (99%) <i>L-arginine</i>	0,124	
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	0,348	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃) <i>Potassium carbonate</i>	0,300	
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	
Anticoccidiano 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 <i>Values</i>	Calculados % <i>Calculated</i>	Analisados % <i>Analyzed</i>
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3050	
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	21,90	21,78
Lisina digestível * <i>Digestible lysine</i>	1,160	
Lisina total <i>Total lysine</i>	1,260	1,170
Metionina + Cistina digestível <i>Digestible methionine+Cys</i>	0,824	
Metionina + Cistina total <i>Total methionine+Cys</i>	0,910	0,896

Continua...

Tabela 1 - Continuação...

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%	
Treonina digestível <i>Digestible threonine</i>	0,684	
Treonina total <i>Total threonine</i>	0,790	0,727
Arginina digestível <i>Digestible arginine</i>	1,216	
Arginina total <i>Total arginine</i>	1,300	1,210
Glicina + Serina total <i>Total glycine + serine</i>	1,909	1,746
Triptofano digestível <i>Digestible tryptophan</i>	0,194	
Triptofano total <i>Total tryptophan</i>	0,220	
Cálcio <i>Calcium</i>	0,970	
Fósforo disponível <i>Available phosphorus</i>	0,455	
Cloro <i>Chlorine</i>	0,498	
Sódio <i>Sodium</i>	0,225	
Potássio <i>Potassium</i>	0,801	
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg) <i>Electrolyte balance</i>	177	

¹ Suplemento mineral contendo: Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto, 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 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 função da lisina. Lisina (100), Met+Cis (71), Tre (59), Arg (110), Trip (17), Gli+Ser total/lisina digestível (164).

* *Digestible amino acid profile, as a ratio to lysine. Lysine (100), Met+Cys (71), thr (59), Arg (110), Trp (17), Gly+Ser tota/digestible lysine (164).*

fase de crescimento (24 a 44 dias), à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender às exigências nutricionais das aves, conforme Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado nos experimentos anteriores (1 a 20 e 24 a 38 dias de idade), sendo utilizadas, porém, 16 aves por boxe. A dieta basal (Tabela 3), deficiente em treonina, com relação treonina:lisina digestível de 60%, foi suplementada com L-treonina (98,5%), em substituição ao ácido glutâmico, para se obterem perfis de 64, 68, 72 e 76%, correspondentes a níveis de treonina digestível de 0,565; 0,602; 0,640; 0,678; e 0,715% e treonina total de 0,650; 0,690; 0,730; 0,770; e 0,810%, respectivamente.

A dieta basal, com 17,85% de proteína bruta e

3.200 kcal de energia metabolizável, foi formulada segundo recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos, que, nesta fase, foi o mesmo utilizado no período de 24 a 38 dias. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimentais foi de 0,941% (Rostagno et al., 2000), considerado padrão (100%) atualmente.

Todas as dietas utilizadas para os diferentes tratamentos foram isonitrogênicas e isoprotéicas. O equilíbrio eletrolítico foi de 170 mEq/kg de dieta. A metodologia e as características de avaliação foram as mesmas do segundo experimento.

Os níveis de proteína bruta, lisina digestível e treonina digestível, empregados nos três ensaios, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 2 - Composição percentual da dieta 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>	64,629	
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	23,430	
Farelo de glúten de milho (60%) <i>Corn gluten meal</i>	4,789	
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,505	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,655	
Calcário <i>Limestone</i>	0,998	
Sal comum <i>Salt</i>	0,413	
L-lisina HCL (98%) <i>L-lysine HCl</i>	0,381	
DL-metionina (99%) <i>Dl-methionine</i>	0,219	
L-arginina (99%) <i>L-arginine</i>	0,156	
L-glicina <i>L-glycine</i>	0,039	
L-triptofano <i>L-tryptophan</i>	0,018	
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	0,280	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃) <i>Potassium carbonate</i>	0,190	
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	
Anticoxidiano 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 <i>Values</i>	Calculados % <i>Calculated</i>	Analisados % <i>Analyzed</i>
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3.150	
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	19,85	19,88
Lisina digestível <i>Digestible lysine</i>	1,062	
Lisina total <i>Total lysine</i>	1,158	1,080
Metionina + cistina digestível <i>Digestible methionine+cys</i>	0,797	
Metionina + cistina total <i>Total methionine+cys</i>	0,875	0,810
Treonina digestível <i>Digestible threonine</i>	0,637	

Continua...

Tabela 2 - Continuação ...

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%	
Treonina total <i>Total threonine</i>	0,731	0,705
Arginina digestível <i>Digestible arginine</i>	1,189	
Arginina total <i>Total arginine</i>	1,288	1,230
Glicina + Serina total <i>Total glycine + serine</i>	1,807	1,502
Triptofano digestível <i>Digestible tryptophan</i>	0,202	
Triptofano total <i>Total tryptophane</i>	0,222	
Cálcio <i>Calcium</i>	0,890	
Fósforo disponível <i>Available phosphorus</i>	0,410	
Cloro <i>Chlorine</i>	0,384	
Sódio <i>Sodium</i>	0,200	
Potássio <i>Potassium</i>	0,740	
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg) <i>Electrolyte balance</i>	168	

¹ Suplemento mineral contendo: Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto, 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 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%.

* Relação dos aminoácidos digestíveis/lisina digestível Lis 100% (Padrão); Met+Cis (75), Tre (60), Arg 112), Trip 19 %, Gli+Ser total/lisina digestível 170%.

* *Digestible amino acid profile, as a ratio to lysine. Lysine (100), Met+Cys (75), thr (60), Arg (112), Trp (19), Gly+Ser tota/digestible lysine (164).*

Os resultados das características estudadas foram submetidos às análises de variância e regressão (linear, quadrática e descontínuo) 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 foi calculado dividindo-se a soma de quadrado da regressão pela soma de quadrado do tratamento, por meio do programa estatístico SAS (1996).

Resultados e Discussão

Os valores médios de consumos de ração e de treonina, ganho de peso, conversão alimentar e coeficiente de variação (CV) para a fase de 1 a 20 dias

de idade, de acordo com os níveis de treonina na ração e relação treonina:lisina digestível, são apresentados na Tabela 5.

Observou-se efeito quadrático sobre o consumo de ração (P<0,03) e o ganho de peso (P<0,01), porém não foi observada resposta para conversão alimentar. A exigência de treonina digestível, ajustada pelo modelo quadrático, de acordo com os resultados de consumo de ração, foi de 0,796%. A equação quadrática ajustada foi:

$$\hat{Y} = -1,4648 + 6,1064X - 3,8838X^2 \quad (r^2=0,84).$$

O consumo de treonina (g) aumentou linearmente (P<0,01) (Tabela 5), e a equação ajustada foi:

$$\hat{Y} = -0,3370 + 9,6193X.$$

A Figura 1 ilustra os valores de exigências encontrados pelo modelo quadrático e pelo modelo

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>	%	
Milho, grão moído <i>Corn</i>	70,840	
Farelo de soja (45%) <i>Soybean meal</i>	17,373	
Farelo de glúten de milho (60%) <i>Corn gluten meal</i>	5,057	
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,141	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,472	
Calcário <i>Limestone</i>	0,927	
Sal comum <i>Salt</i>	0,399	
L-lisina HCL (98%) <i>L-lysine HCl</i>	0,403	
DL-Metionina (99%) <i>Dl-methionine</i>	0,168	
L-Treonina (98,5%) <i>L-threonine</i>	0,000	
L-arginina (99%) <i>L-arginine</i>	0,166	
L-glicina <i>L-glycine</i>	0,042	
L-Triptofano <i>L-tryptophan</i>	0,028	
Ac. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	0,283	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃) <i>Potassium carbonate</i>	0,383	
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	
Anticoxidiano 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 <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	17,78
Lisina digestível <i>Digestible lysine</i>	0,941	
Lisina total <i>Total lysine</i>	1,025	0,967
Metionina+Cistina digestível <i>Digestible methionine+Cys</i>	0,706	
Metionina+Cistina total <i>Total methionine+Cys</i>	0,777	0,737

Continua...

Tabela 3 - Continuação

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%	
Treonina digestível <i>Digestible threonine</i>	0,565	
Treonina total <i>Total threonine</i>	0,650	0,616
Arginina digestível <i>Digestible arginine</i>	1,054	
Arginina total <i>Total arginine</i>	1,126	1,060
Glicina + Serina total <i>Total glycine+serine</i>	1,600	1,463
Triptofano digestível <i>Digestible tryptophan</i>	0,179	
Triptofano total <i>Total tryptophan</i>	0,198	
Cálcio <i>Calcium</i>	0,800	
Fósforo disponível <i>Available phosphorus</i>	0,370	
Cloro <i>Chlorine</i>	0,380	
Sódio <i>Sodium</i>	0,192	
Potássio <i>Potassium</i>	0,757	
Equilíbrio eletrolítico (Meq/kg) <i>Electrolyte balance</i>	170	

¹ Suplemento mineral contendo: Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto, 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%.

* Relação dos aminoácidos digestíveis/lisina digestível. Lis 100% (Padrão); Met+Cis (75), Tre (60), Arg 112), Trip 19 %, Gli+Ser total/lisina digestível 170%.

* *Digestible amino acid profile, as a ratio to lysine. Lysine (100), Met+Cys (75), thr (60), Arg (112), Trp (19), Gly+Ser tota/digestible lysine (164).*

descontínuo para a característica ganho de peso. O modelo quadrático resultou em um valor de exigência de 0,796% e o modelo descontínuo, em um ligeiramente inferior (0,777%).

O valor de exigência de treonina digestível (0,777%) encontrado com base no modelo descontínuo, neste experimento, difere daquele obtido por Soares et al. (1999), de 0,73% de treonina digestível, utilizando dietas com 21,15% de proteína bruta, para machos Hubbard na fase de 1 a 21 dias de idade.

Utilizando o valor de exigência encontrado pelo modelo descontínuo, a relação treonina:lisina digestível é de 67%, portanto, semelhante ao valor recomendado por Baker & Han (1994) e superior à relação de 59% recomendada por Rostagno et al. (2000). Se a

relação fosse calculada com base no valor de exigência encontrado pelo modelo quadrático (68,6%), a relação seria superior (2,4%) àquela recomendada por Baker & Han (1994). Este achado indica que o perfil de aminoácido e as exigências variam de acordo com o modelo utilizado. Deve-se ressaltar que o modelo quadrático, neste experimento, apresentou melhor ajuste, uma vez que o r^2 foi maior.

As médias de ganho de peso, consumos de ração e de treonina e conversão alimentar, para a fase de 24 a 38 dias de idade, são apresentadas na Tabela 6. Não se observou efeito do nível de treonina da ração sobre qualquer característica avaliada, a não ser o aumento linear no consumo de treonina ($P < 0,01$). Com base nestes resultados pode-se afirmar que o nível de

0,637% de treonina digestível (0,731% de treonina total), correspondente à relação treonina:lisina digestível de 60%, foi suficiente para atender à exigência (para máximo desempenho) de machos alimentados com dietas contendo 19,9% de proteína bruta. Cabe salientar que a exigência mínima para o máximo desempenho pode estar abaixo deste menor nível testado.

Evidência disso é o resultado encontrado por Soares (1998), que recomenda valor de treonina total inferior (0,67%) ao encontrado neste experimento (0,73%) para machos Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade.

Por outro lado, a relação que atendeu às exigências neste experimento (60%) foi inferior à de 68%, recomendada por Emmert & Baker (1997), e superior à de 57%, recomendada por Rostagno et al. (2000). Por isso, mais trabalhos são necessários para confirmar estes achados.

Mack et al. (1999), utilizando o modelo descontínuo, recomendam uma relação treonina:lisina de 63% para as linhagens ROSS e ISA, na fase de 20 a 40 dias, portanto, muito próxima da menor relação utilizada neste experimento (60%).

As médias de rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito, carne de peito e perna) encontram-se na Tabela 7, enquanto a equação ajustada pelo modelo de regressão está apresentada na Tabela 8.

Não foi observado efeito significativo dos níveis de treonina sobre o rendimento de carcaça e de cortes nobres. Entretanto, o rendimento de perna respondeu de forma linear, com o aumento do nível de treonina digestível.

Leclercq (1998) propõe valores de 0,61% de treonina digestível para ganho de peso, utilizando o modelo descontínuo, e Webel et al. (1996) indicam 0,61% de treonina total para ganho de peso. O menor

nível de treonina digestível neste experimento foi superior ao sugerido por Rostagno et al. (2000), Leclercq (1998) e Webel et al. (1996).

O NRC recomenda 0,74% de treonina total em dietas com 3.200 kcal/kg, para aves de 3 a 6 semanas de idade, portanto, a dieta com menor nível de treonina utilizada neste experimento atendia aos padrões do NRC (1994). A dieta com menor nível de treonina apresentou 0,73% de treonina total calculada e 3.150 kcal/kg de energia metabolizável, indicando que, em termos percentuais, a dieta experimental atendia exatamente às exigências do NRC (1994) (0,231% de treonina para cada 1000 calorias).

Na Tabela 9, encontram-se as médias para as características de desempenho, consumos de ração e treonina, ganho de peso e conversão alimentar na fase

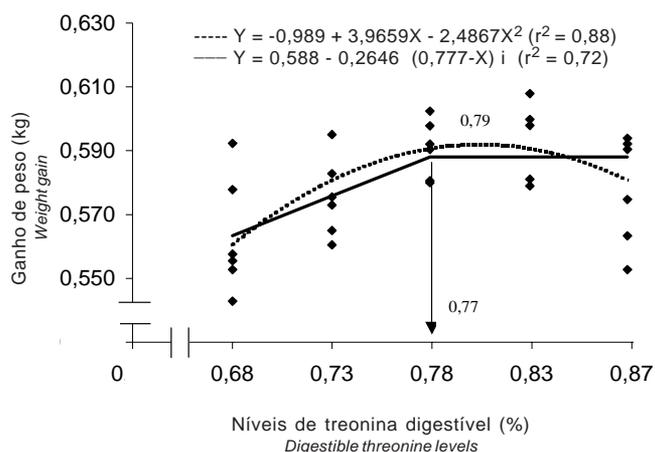


Figura 1 - Efeito dos níveis de treonina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte, no período de 1 a 20 dias de idade.
 Figure 1 - Effect of threonine level on weight gain of broilers from 1 to 20 days of age.

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

Experimento <i>Experiment</i>	Proteína bruta calculada <i>Calculated crude protein</i>	Lisina digestível <i>Dig. lysine</i>	Treonina digestível <i>Dig. threonine</i>	Incremento de treonina <i>Threonine increase</i>
Idade (dias) <i>Age (days)</i>	(%)	(%)	(%)	(%)
1 – 20	21,9	1,16	0,684-0,870	0,047
24 – 38	19,9	1,06	0,637-0,807	0,043
44 – 56	17,9	0,94	0,565-0,715	0,037

¹ Cinco níveis de treonina digestível com igual incremento foram utilizados em cada fase.
¹ Five equally spaced threonine levels were used in the different phases.

de 44 a 56 dias de idade e na Tabela 10, as médias para os rendimentos de carcaça e dos cortes nobres.

Observou-se efeito linear para o consumo de treonina ($P < 0,01$), assim como nas demais fases. A equação linear ajustada foi: $\hat{Y} = -0,1465 + 26,7754X$.

Não se observou efeito do nível de treonina da ração sobre outra variável avaliada, sugerindo que o nível de 0,565% de treonina digestível (0,650% de treonina total), correspondente à relação treonina:lisina digestível de 60%, foi suficiente para atender à exi-

gência, ainda que o mínimo possa estar abaixo deste valor, como discutido a seguir.

A relação que atendeu às exigências neste experimento (60%) foi inferior à de 68% recomendada por Emmert & Baker (1997) e superior à de 57% recomendada por Rostagno et al. (2000) para a fase de 43 a 49 dias de idade. Portanto, mais trabalhos utilizando menores relações treonina:lisina são necessários para confirmar estes achados.

Vários autores propõem níveis de treonina total

Tabela 5 - Médias de consumos de ração e treonina, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Table 5 - Means of feed intake, threonine intake, weight gain and feed:gain ratio of broiler chicks in the phase from 1 to 20 days of age, according to the digestible threonine levels

Relação Tre:Lis dig. <i>Digestible Thr:lys ratio</i> (%)	Nível de Tre dig. <i>Digestible Thr level</i> (%)	Consumo de ração <i>Feed intake</i> (g)	Consumo de treonina <i>Threonine intake</i> (g)	Ganho de peso <i>Weight gain</i> (g)	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i> (g/g)
59	0,684	900	6,15	563	1,60
63	0,731	912	6,66	575	1,59
67	0,777	939	7,29	590	1,59
71	0,824	935	7,70	596	1,57
75	0,870	904	7,86	577	1,56
CV (%)		3,17	3,08	2,48	2,64
Regressão <i>Regression</i>		Q*	L**	Q**	NS

Q* - efeito quadrático ($P < 0,03$).

Q* - Quadratic effect ($P < 0,03$).

Q** - efeito quadrático ($P < 0,01$).

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

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

NS: F not significant at 5% of probability.

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 treonina digestível (Tre. 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 threonine levels

Relação tre:Lis dig. <i>Digestible Thr:lys ratio</i> (%)	Níveis de Tre dig. <i>Digestible Thr level</i> (%)	Consumo de ração <i>Feed intake</i> (kg)	Consumo de treonina <i>Threonine intake</i> (g)	Ganho de peso <i>Weight gain</i> (kg)	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i> (g/g)
60	0,637	2,271	14,53	1,199	1,91
64	0,680	2,288	15,56	1,196	1,91
68	0,722	2,261	16,27	1,197	1,89
72	0,765	2,252	17,11	1,192	1,89
76	0,807	2,244	17,95	1,171	1,91
CV (%)		2,22	2,28	2,95	2,01
Regressão <i>(Regression)</i>		NS	L*	NS	NS

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

NS: F not significant at 5% of probability.

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

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

Tabela 7 - Médias de rendimentos de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte aos 38 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Table 7 - Means of carcass yield and yield of different parts of broilers from 24 to 38 days old, according to the digestible threonine (Dig. Thr) levels

Relação Tre:Lis Digestible Thr:lys ratio (%)	Níveis de Tre dig. Dig. Thr level (%)	Peso vivo das aves Average slaughter weight (kg)	Rendimento de carcaça Carcass yield (%)	Peito Breast yield (%)	Carne de peito Breast fillet yield (%)	Perna Leg quarters yield (%)
60	0,637	2,112	65	34,1	24,6	28,9
64	0,680	2,125	66	34,4	25,1	29,7
68	0,722	2118	65	34,7	25,4	29,4
72	0,765	2118	65	34,1	24,6	29,7
76	0,807	2,099	65	33,8	24,9	30,4
CV (%)		2,36	1,78	3,76	3,36	2,94
Regressão Regression			NS	NS	NS	L*

*L - efeito linear (P<0,05) (*L - Linear effect).

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

para a fase de 42 a 56 dias próximos ao menor nível utilizado neste experimento (0,65%). Rostagno et al. (2000) recomendam 0,64% de treonina total para uma dieta de 3.200 kcal/kg de energia metabolizável; o NRC (1994), 0,68%; Webel et al. (1996), 0,60%; Kidd et al. (1999), 0,67%; e Dozier III et al. (2000), 0,68%, todos com base na treonina total.

Os resultados encontrados neste experimento para as características de desempenho diferem dos obtidos por Dozier III et al. (2001), que, utilizando frangos de corte machos da linhagem Ross, na fase de 42 a 56 dias de idade, e níveis crescentes de treonina total (0,52; 0,63; e 0,74%), observaram resposta linear no ganho de peso e na conversão alimentar.

Outros fatores podem ter contribuído para a ausência de efeito nas características de desempenho nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias, dentre os quais podem ser citados o nível de ácido glutâmico, o balanço eletrolítico e as condições ambientais (frio) em que foram conduzidos os experimentos, por isso estes resultados são válidos para as condições em que foram conduzidos os experimentos.

Neste estudo, a adição de treonina à dieta basal foi feita em substituição ao ácido glutâmico, no intuito de manter todos os tratamentos com o mesmo nível de proteína bruta e eliminar qualquer efeito relacionado a diferenças em sua concentração. Portanto, as dietas com menores níveis de treonina possuíam maiores níveis de ácido glutâmico, enquanto as com elevados níveis de treonina, baixos níveis de ácido glutâmico.

De acordo com o Manual da Avian Farm (1998),

Tabela 8 - Equação ajustada e coeficientes de determinação para o rendimento de perna (%) da carcaça de frangos para fase de 24-38 dias de idade

Table 8 - Equations for leg quarter yield (%) for broilers from 24 to 38 days of age

Variável Variable	Equação Equation	r ²
Consumo de treonina (g) Thr intake (g)	$\hat{Y} = 1,1550 + 21,0204X$	0,99
Rendimento de perna (%) Leg quarter yield (%)	$\hat{Y} = 28,7456 + 0,2926X$	0,94

+ Efeito linear (P<0,05) (Linear effect [P<.05]).

o consumo de ração médio para frangos machos na fase de 24 a 38 dias de idade é de 2,099 kg, portanto, inferior ao consumo de ração médio de 2,263 kg observado neste experimento.

A temperatura média registrada nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, neste experimento, foi de 18,7 e 20,7°C, respectivamente.

Nas condições de frio, o consumo de ração aumenta e, por conseguinte, o consumo de treonina também se eleva, resultando em níveis inferiores de exigência, em porcentagem da dieta. Deve-se ressaltar que o valor de exigência de lisina (%) também pode diminuir nas condições de frio, consequência do aumento do consumo (g). Portanto, a exigência de aminoácidos, em porcentagem da dieta, depende do consumo de ração.

Tabela 9 - Médias de consumos de ração e de treonina, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte na fase de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Table 9 - Means of feed intake, threonine intake, weight gain and feed:gain ratio of broilers from 44 to 56 days of age, according to the digestible threonine levels

Relação Tre:Lis <i>Digestible Thr:lys ratio</i> (%)	Níveis Tre. dig. <i>Digestible Thr level</i> (%)	Consumo de ração <i>Feed intake</i> (kg)	Consumo de treonina <i>Threonine intake</i> (g)	Ganho de peso <i>Weight gain</i> (kg)	Conversão alimentar <i>Feed:gain</i> (kg/kg)
60	0,565	2,635	14,75	1,064	2,48
64	0,602	2,670	16,04	1,077	2,48
68	0,640	2,650	16,96	1,071	2,47
72	0,678	2,660	18,09	1,067	2,49
76	0,715	2,650	19,08	1,064	2,49
CV(%)		3,28	3,28	4,35	3,17
Regressão <i>Regression</i>		NS	L*	NS	NS

S: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade (NS: F not significant at 5% of probability).

L – efeito linear (P<0,01). (L – Linear effect).

Tabela 10 - Médias de rendimentos de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Table 10 - Means of carcass prime cuts yield of broilers from 44 to 56 days old, according to the digestible threonine (Dig. Thr) levels

Relação Tre:Lis <i>Digestible Thr:lys ratio</i> (%)	Níveis de Tre dig. <i>Dig. Thr level</i> (%)	Peso vivo das aves <i>Average slaughter weight</i> (kg)	Rendimento de carcaça <i>Carcass yield</i> (%)	Peito <i>Breast yield</i> (%)	Carne de peito <i>Breast fillet yield</i> (%)	Perna <i>Leg quarters yield</i> (%)
60	0,565	3,749	68	34,1	26,1	31,8
64	0,602	3,748	68	34,4	26,0	31,5
68	0,640	3,735	69	33,3	25,4	31,8
72	0,678	3,701	69	34,0	25,6	32,2
76	0,715	3,725	69	34,4	26,4	32,4
CV(%)		1,61	1,44	3,12	4,49	3,34
Regressão <i>Regression</i>			NS	NS	NS	NS

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

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

Conclusões

Nas condições em que foi realizado este estudo, a exigência de treonina digestível de frangos de corte

Tabela 11 - Valores de exigências de treonina digestível e total (%) na dieta para frangos de corte em diferentes idades

Table 11 - Digestible and total threonine requirement values estimated as a % of diet of broilers at 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 treonina (%) <i>Threonine 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	21,9	1,16	0,777 ¹ (0,890)	-
24 – 38	19,9	1,06	0,637 ² (0,731)	0,637 ² (0,731)
44 – 56	17,9	0,94	0,565 ² (0,650)	0,565 ² (0,650)

¹ Valor de exigência estimado pelo modelo descontínuo (*Requirement estimated using the broken line model*).² Menor valor testado, exigência mínima pode estar abaixo deste valor (*Lowest tested value, minimum requirement can be lower*).

de 1 a 20 dias foi de 0,777 (0,890% total), o que corresponde a uma relação treonina:lisina de 67%. Para as fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias, os menores níveis testados atenderam à exigência, 0,637 (0,731% total) e 0,565% (0,650% total), correspondendo a uma relação treonina:lisina digestível de 60 e 60%, respectivamente, podendo a exigência estar abaixo destes valores.

Literatura Citada

- AVIAN FARMS. Broiler manual. In: <http://www.avianfarms.com>. Avian Farms International, Inc., 1998, 34p.
- 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.
- 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, 2001. 28p. Thesis - Illinois University of Illinois, 2001
- DOZIER III, W.A.; MORAN, Jr., E.T.; KIDD, M.T. Threonine requirement for broiler males from 42 to 56 days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.214-222, 2000.
- DOZIER III, W.A.; MORAN Jr., E.T.; KIDD, M.T. Comparisons of male and female broiler response to dietary threonine from 42 to 56 days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.53-59, 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.
- 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.
- LECLERQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine hr and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 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 balance: application in poultry. **Proceeding Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.
- 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 Geflugelkd**, v.61, n.1, p.43-47, 1997.
- SOARES, R.T.R.N. **Exigência de treonina para frangos de corte**. Viçosa, MG.: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide statistics**. Version 6. 12.ed. Cary: 1996.
- WEBEL, D.M.; FERNANDEZ, S.R.; PARSONS, C.M. et al. Digestible threonine requirement of broiler chickens during the period three to six and six to eight weeks posthatching. **Poultry Science**, v.75, p.1253-1257, 1996.

Recebido em: 14/10/02

Aceito em: 03/10/03