

## Exigência de Triptofano para Frangos de Corte de 1 A 21 Dias de Idade<sup>1</sup>

Altivo José de Castro<sup>2</sup>, Paulo Cezar Gomes<sup>3</sup>, Júlio Maria Ribeiro Pupa<sup>4</sup>, Horacio Santiago Rostagno<sup>3</sup>, Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>3</sup>, Adriana Helena Nascimento<sup>4</sup>

**RESUMO** - Com o objetivo de determinar as exigências nutricionais em triptofano para frangos de corte machos e fêmeas, durante a fase inicial, foram utilizados 800 pintos machos e fêmeas, no período de 1 a 21 dias de idade, com peso médio inicial de 44,7 e 44,6 g, respectivamente. As aves receberam uma dieta basal deficiente em triptofano (0,180%). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 2 (tratamento x sexo), com quatro repetições por sexo e 20 aves/unidade experimental. Os tratamentos consistiram da suplementação da dieta basal com cinco níveis de triptofano (0; 0,015; 0,030; 0,045; e 0,060%). Foi avaliado o desempenho das aves, sendo os valores de exigências em triptofano estimados por meio dos modelos de regressão polinomial e LRP. Foi considerado o coeficiente de digestibilidade verdadeira do triptofano da dieta basal de 90,33%. As suplementações com L-triptofano influenciaram o ganho de peso dos machos, porém, não houve efeito sobre a conversão alimentar, sugerindo recomendação mínima de 0,212 e 0,195% de triptofano total e digestível, respectivamente. Entretanto, para as fêmeas, as suplementações com L-triptofano influenciaram o ganho de peso e a conversão alimentar, sugerindo recomendação mínima de 0,208 e 0,191% de triptofano total e digestível, respectivamente.

Palavras-chave: aminoácido, exigência, frango de corte, triptofano

## Tryptophan Requirement for Broilers from 1 to 21 Days of Age

**ABSTRACT** - With the objective to determine the tryptophan nutritional requirements for male and female broilers, during the initial phase, 800 male and female chicks, from 1 to 21 days of age, with average initial weight of 44.7 and 44.6 g, respectively, were used. The birds received a deficient tryptophan basal diet (.180%). A completely randomized blocks experimental design, in a 5 x 2 factorial arrangement (treatment x sex), with four replicates per sex and 20 chicks per experimental unit, was used. The treatments consisted on a basal diet supplemented with five tryptophan levels (0, .015, .030, .045, and .060%). Chick's performance was evaluated, and the tryptophan requirement values were estimated by means of the polynomial regression models and LRP. The tryptophan true digestibility coefficient of the basal diet was 90.33%. The supplementations with L-tryptophan influenced the males weight gain, however, there was no effect on the feed: gain, suggesting a minimum recommendation of .212 and .195% for total tryptophan and digestible, respectively. However, for the females, the supplementations with L- tryptophan influenced the weight gain and the feed: gain, suggesting a minimum recommendation of .208 and .191% for total and digestible tryptophan, respectively.

Key Words: amino acid, broiler, requirement, tryptophan

### Introdução

Os aminoácidos exercem importantes funções como componente das proteínas, são essenciais para manutenção e produção e apresentam papel essencial em vários processos metabólicos. O triptofano está envolvido na síntese de niacina e serotonina, sendo portanto, imprescindível que esteja em níveis adequados nas rações, para que haja crescimento rápido e eficiente das aves.

É de grande importância formular rações de forma econômica e que atenda às exigências nutricionais das aves. Segundo TEETER et al (1993),

o padrão e a quantidade de aminoácidos consumidos pelas aves têm grande influência sobre ganho de peso, composição do ganho e consumo de alimento.

Para obter maior precisão na formulação e no balanceamento das rações e torná-las mais econômicas, é necessário conhecer a composição nutricional dos alimentos, bem como suas limitações. Porém, a maior parte dos aminoácidos ingeridos pelos animais está na forma de proteínas, que, ao serem digeridas, resultam em pequenos peptídeos e aminoácidos livres, passíveis de serem absorvidos. É de fundamental importância conhecer a digestibilidade destes aminoácidos nos alimentos para que se possam formular dietas mais eficientes.

<sup>1</sup> Parte da tese de mestrado apresentada pelo primeiro autor à UFV.

<sup>2</sup> Zootecnista, Mestre, Professor da PUC. E.mail: ajc@nutris.com.br

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Zootecnia, UFV - 36571-000 - Viçosa-MG. Bolsista CNPq.

<sup>4</sup> Doutor em Zootecnia - UFV - 36571-000 - Viçosa-MG. E.mail: pupa@tdnet.com.br

<sup>5</sup> Doutor em Zootecnia - UFV - AGROCERES - Rio Claro, SP.

As exigências de triptofano para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, segundo as recomendações do AEC (1987) e ROSTAGNO et al (1992), é 0,070% de Trp/Mcal de energia metabolizável. Já o NRC (1994) recomenda 0,20% em rações com 3.200 kcal/kg de energia metabolizável.

O objetivo do presente trabalho foi estabelecer as exigências nutricionais de triptofano para frangos de corte machos e fêmeas, durante a fase inicial (1 a 21 dias de idade).

### Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido nas dependências da Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, no período de 25 de abril a 16 de maio de 1996.

Foram utilizados 800 frangos de corte machos e fêmeas (HUBBARD), no período de 1 a 21 dias de idade, com peso inicial médio de 44,7 g., para ambos os sexos.

Os frangos foram distribuídos ao acaso em 40 boxes de 1,50 x 1,50 m, com piso de cimento, cobertos com cepilho de madeira. Foram utilizados dois galpões de alvenaria, com dimensões de 4,50 x 19,40 m e 2,80 m de pé-direito, cobertos com telhas de cimento-amianto, lanternim, laterais com muretas de 0,50 m de altura e o restante fechado com tela de 1/2" à prova de pássaros e cortinas plásticas levantadas verticalmente no sentido de baixo para cima.

O programa de luz contínuo, 24 horas de luz (natural + artificial), foi adotado durante todo o período experimental usando lâmpadas de 60 W. Foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250 W/box, com altura regulável para o aquecimento dos pintos até o 14º dia de idade.

A temperatura e a umidade relativa do ar observadas no interior dos galpões foram, para o galpão 1, máxima média de 30,4°C e mínima média de 17,5°C e, para o galpão 2, máxima média de 30,8°C e mínima média de 17,4°C. A umidade relativa média do ar para ambos os galpões foi de 78,5%.

Tabela 1 - Composição química dos alimentos, expressos na base da matéria natural  
Table 1 - Chemical composition of the feedstuffs, in as fed basis

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Farinha de carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	Milho <i>Corn</i>
PB <sup>1</sup> (%)	40,600	44,500	15,920	58,380	8,190
CP					
EM <sup>2</sup> (Mcal/kg)	1,705	2,283	1,526	3,624	3,416
ME					
FB <sup>3</sup> (%)	1,500	6,500	9,550	1,180	1,780
CF					
Ca <sup>1</sup> (%)	12,500	0,330	0,120	0,040	0,030
P total <sup>1</sup> (%)	6,690	0,660	0,780	0,480	0,270
Total P					
P disponível <sup>4</sup> (%)	6,690	0,220	0,260	0,160	0,090
Available P					
Na <sup>3</sup> (%)	0,440	0,091	0,042	0,025	0,021
Triptofano <sup>2</sup> (%)	0,220	0,720	0,230	0,290	0,070
Tryptophan					
Lisina <sup>2</sup> (%)	1,900	2,830	0,660	0,840	0,200
Lysine					
Metionina <sup>2</sup> (%)	0,610	0,560	0,230	1,230	0,170
Methionine					
Met+Cis <sup>2</sup> (%)	0,750	1,340	0,520	2,700	0,350
Meth+Cys					

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

<sup>2</sup> Análises realizadas no Laboratório Central - Mogiana Alimentos S/A.

<sup>3</sup> Valores obtidos por ROSTAGNO et al. (1992).

<sup>4</sup> Valores calculados.

<sup>1</sup> Analyses were done at Animal Nutrition Lab, Department of Animal Science/UFV.

<sup>2</sup> Analyses were done at Mogiana Foods S/A Central Lab.

<sup>3</sup> Values obtained by ROSTAGNO et al. (1992).

<sup>4</sup> Calculated values.

A composição dos ingredientes das rações experimentais encontra-se na Tabela 1.

Foi utilizada uma ração basal deficiente em triptofano, formulada à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farelo de trigo e glúten de milho (Tabela 2). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (bloco = galpão), com cinco tratamentos, dois sexos, quatro repetições por sexo e vinte aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos dos níveis de 0,000; 0,015; 0,030; 0,045; e 0,060% de suplementação com L-triptofano (98,5%) à ração basal, correspondendo aos níveis de 0,180; 0,195; 0,210; 0,225; e 0,240% de triptofano nas rações experimentais. As rações e a água foram fornecidas à vontade, em comedouros tubulares e bebedouros pendulares, respectivamente, conforme manejo convencional.

As exigências nutricionais mínimas, exceto de triptofano, foram atendidas segundo as recomendações de ROSTAGNO et al (1992), enquanto as suplementações com L-triptofano foram feitas em substituição ao caulim, usado como inerte nas rações experimentais.

As aves foram pesadas no 1<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> dia de idade, para avaliação de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Para determinar a exigência de triptofano digestível, foi considerado o coeficiente de digestibilidade verdadeira do triptofano no milho, no farelo de trigo, no glúten de milho, no farelo de soja, e na farinha de carne e ossos, de 89,5; 78,3; 97,0; 90,9 e 80,6%, respectivamente, de acordo com ALBINO et al (1992), AEC (1993) e PUPA (1995). A partir destes dados, foi calculado o coeficiente de digestibilidade verdadeira do triptofano da ração basal. O cálculo foi efetuado aplicando-se o coeficiente de digestibilidade verdadeira do triptofano de cada ingrediente da ração, em função de sua quantidade utilizada. A soma dos valores obtidos para cada ingrediente determinou a quantidade de triptofano digestível presente na ração basal. A exigência estimada de triptofano total presente na ração representou 100% e o valor obtido de triptofano digestível resultou no coeficiente de digestibilidade verdadeira teórico da ração basal, que foi 90,33%. O triptofano sintético adicionado na forma de L-triptofano foi considerado como 100% digestível.

As análises de variância foram realizadas de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + S_j + N/S_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

em que  $Y_{ijkl}$  é produção observada na unidade expe-

Tabela 2 - Composição percentual da ração basal  
Table 2 - Percent composition of basal diets

Ingredientes <i>Ingredient</i>	Quantidade (kg) <i>Amount</i>
Milho <i>Corn</i>	61,870
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	10,000
Farinha de carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	4,900
Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	7,000
Farelo glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	13,200
Cálcario <i>Limestone</i>	0,900
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,100
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	0,500
Sal <i>Salt</i>	0,300
Inerte <i>Inert</i>	0,060
L-lisina HCl (98,5%) <i>L-lysine HCL</i>	0,650
DL-Metionina (99%) <i>DL-methionine</i>	0,100
L-Treonina (98%) <i>L-Threonine</i>	0,050
Premix <sup>1</sup> <i>Premix</i>	0,370
	Valores calculados <i>Calculated values</i>
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	21,02
Energia metabolizável (Mcal/kg) <i>Metabolizable energy</i>	3,086
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	1,033
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorum</i>	0,500
Triptofano (%) <i>Tryptophan</i>	0,180
Triptofano digestível verdadeiro (%) <i>True digestible tryptophan</i>	0,163
Lisina (%) <i>Lysine</i>	1,166
Metionina (%) <i>Methionine</i>	0,468
Metionina + cistina (%) <i>Methionine + Cystine</i>	0,879
Treonina (%) <i>Threonine</i>	0,766

<sup>1</sup> O premix forneceu por kg de ração completa (*The premix used in experiment supplied the following per kg of complete diet*): Fe, 80 mg; Cu, 10 mg; Co, 2 mg; Mn, 60 mg; Zn, 50 mg; I, 1 mg; Se, 0,1 mg; Vit.A-15.000 U.I.; Vit.D<sub>3</sub>- 1500 U.I.; Vit.E- 15 U.I.; Vit.B<sub>1</sub>(*thiamin*) - 2,0 mg; Vit.B<sub>2</sub>(*riboflavin*) - 4,0 mg; Vit.B<sub>6</sub>- 3,0 mg; Vit.B<sub>12</sub>- 0,015 mg; ácido nicotínico (*niacin*) - 25 mg; ácido pantotênico (*pantothenic acid*) - 10 mg; Vit.K<sub>3</sub>- 3,0 mg; ácido fólico (*folic acid*) - 1,0 g; Antioxidante (*Antioxidant*) B.H.T. - 20 mg; bacitracina de zinco (*zinc bacitracin*) (15%), 50 mg; salinomicina (*salinomycin*) (6%), 60 mg; e cloreto de colina (*choline*) (60%), 350 mg.

Tabela 3 - Efeito de diferentes níveis de triptofano (Trp) na dieta sobre o desempenho de frangos de corte machos (M) e fêmeas (F), de 1 a 21 dias de idade

Table 3 - Effect of different dietary tryptophan levels on the male and female broiler performance from 1 to 21 days of age

Nível de triptofano (%) <i>Tryptophan level</i>	Sexo <i>Sex</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain</i>	Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>	Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>
0,180	M	665,8	1027,8	1,543
0,195	M	695,5	1068,7	1,537
0,210	M	722,9	1102,7	1,525
0,225	M	684,9	1041,9	1,520
0,240	M	683,6	1045,1	1,529
Média <i>Mean</i>		690,5	1057,2	1,531
0,180	F	616,9	970,9	1,574
0,195	F	657,4	1016,2	1,545
0,210	F	640,0	991,3	1,548
0,225	F	635,8	987,3	1,552
0,240	F	630,1	997,3	1,583
Média <i>Mean</i>		636,0	992,6	1,560
Triptofano (%) <i>Tryptophan</i>	M	***	**	ns
	F	*	ns	**
Coefficiente de variação (%) <i>Coefficient of variation</i>		2,79	3,18	1,48

\*\*\* Efeito quadrático ( $P \leq 0,001$ ), \*\* efeito quadrático ( $P \leq 0,01$ ), \* efeito quadrático ( $P \leq 0,05$ ) e ns ( $P > 0,10$ ) pelo teste F.

\*\*\* Quadratic effect ( $P \leq 0,001$ ), \*\* Quadratic effect ( $P \leq 0,01$ ), \* Quadratic effect ( $P \leq 0,05$ ) e ns-not significant ( $P > 0,10$ ).

rimental l, do nível de triptofano k, do sexo j e do bloco i;  $\mu$ , média geral;  $B_i$ , efeito do bloco i ( $i = 1$  e  $2$ );  $S_j$ , efeito do sexo j ( $j = 1$  e  $2$ );  $N/S_{jk}$ , efeito dos níveis de triptofano k dentro do sexo j; e  $\epsilon_{ijkl}$ , erro aleatório associado a cada observação.

As análises estatísticas dos parâmetros analisados foram realizadas de acordo com o programa SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1995). As estimativas das exigências de triptofano foram estabelecidas por meio dos modelos de regressão polinomial e descontínuo LRP - Linear Response Plateau (BRAGA, 1983), considerando-se, na escolha do modelo, uma vez respeitada a interpretação biológica, o valor da menor soma de quadrados dos desvios.

### Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho estão apresentados na Tabela 3. Houve efeito significativo dos níveis de triptofano sobre ganho de peso dos machos ( $P \leq 0,001$ ) e das fêmeas ( $P \leq 0,05$ ) e conversão alimentar das fêmeas ( $P \leq 0,01$ ).

Verificou-se que a deficiência de triptofano foi prejudicial ao ganho de peso dos frangos de corte em ambos os sexos. Resultados semelhantes foram obtidos por WARNICK e ANDERSON (1968) e

ROGERS e PESTI (1990), utilizando frangos de corte, e POWELL e GEHLE (1977), que observaram redução no ganho de peso das frangas que receberam rações com deficiência em triptofano.

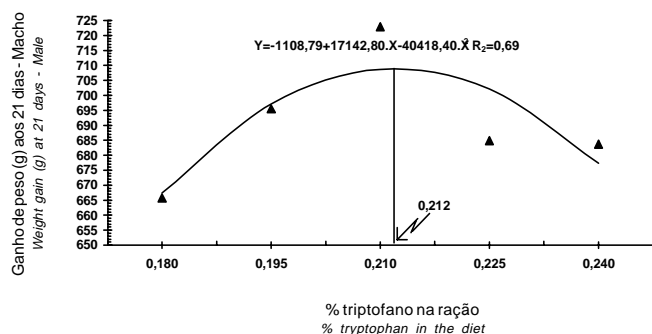
Verificou-se também que o excesso de triptofano nas dietas afetou o ganho de peso de forma negativa, o que está de acordo com KOELKEBECK et al. (1991), que observaram redução no ganho de peso das poedeiras em dietas contendo altos níveis de triptofano. Esses autores observaram, ainda, que o efeito do excesso de triptofano sobre a redução do ganho de peso foi mais evidente que o excesso de metionina.

Também houve efeito dos teores de triptofano sobre o consumo de ração dos machos ( $P \leq 0,01$ ), o que está de acordo com ALSTER et al (1980) e ROGERS e PESTI (1990).

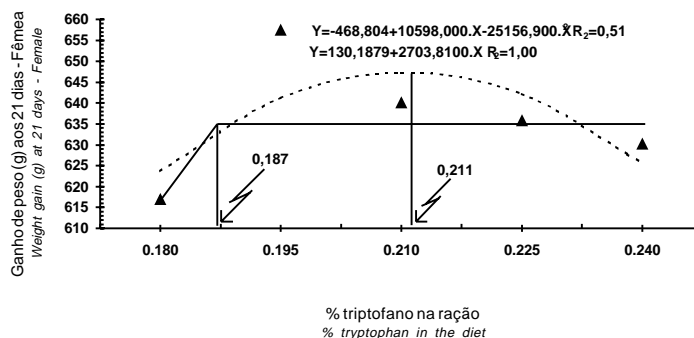
Pela diferença observada no ganho de peso dos machos em relação às fêmeas, torna-se viável trabalhar com sexos separados, uma vez que os machos apresentaram maior ganho de peso.

As exigências de triptofano para frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 21 dias de idade, encontram-se na Tabela 4 e nas Figuras 1, 2 e 3.

A exigência de triptofano total, ajustada por meio do modelo de regressão quadrática, com base nos resultados de ganho de peso dos machos, foi estimada



— Modelo quadrático (Quadratic models)



----- Modelo quadrático (Quadratic model)  
— Linear response plateau

Figura 1 - Efeito dos níveis de triptofano sobre ganho de peso (g/ave) de frangos de corte machos, de 1 a 21 dias de idade.

Figure 1 - Effect of the dietary tryptophan levels on weight gain (g/bird) of broiler males, from 1 to 21 days of age.

Figura 2 - Efeito dos níveis de triptofano sobre ganho de peso (g/ave) de frangos de corte fêmeas, de 1 a 21 dias de idade.

Figure 2 - Effect of the dietary tryptophan levels on weight gain (g/bird) of broiler females, from 1 to 21 days of age.

Tabela 4 - Sumário das análises de determinação das exigências de triptofano, estimados por meio dos modelos de regressão

Table 4 - Summary of the analyses of determination of the tryptophan requirement, estimated by means of the regression models

Modelo Models	Equação de regressão Regression equation	Pmáx/Pmín <sup>1</sup> Maximum or minimum point	Exigência Requirement Trp(%)	R <sup>2</sup> SSD	SQD <sup>2</sup>
Quadrático Quadratic effect					
Macho Male					
Ganho de peso (g/ave) Weight gain	$\hat{Y} = -1108,8 + 17142,8X - 40418,4X^2$	708,92	0,212	0,69***	540,66
Fêmea female					
Ganho de peso (g/ave) Weight gain	$\hat{Y} = -468,8 + 10598,0X - 25156,9X^2$	647,37	0,211	0,51*	424,98
Conversão alimentar Feed:gain ratio	$\hat{Y} = 3,189 - 15,8373X + 38,0968X^2$	1,543	0,208	0,96**	0,00004
Modelo Model					
LRP Fêmea Female					
Ganho de peso (g/ave) Weight gain	$\hat{Y} = 130,188 + 2703,8100X$	635,26	0,187	1,00*	49,361

\*\*\* (P≤0,001), \*\* (P≤0,01) e \* (P≤0,05) pelo teste F.

<sup>1</sup> Pmáx (Ponto de máximo) e Pmín (Ponto de mínimo).

<sup>2</sup> SQD - Soma de quadrados dos desvios (SSD - Square sum of deviation).

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinação (coefficient of determination).

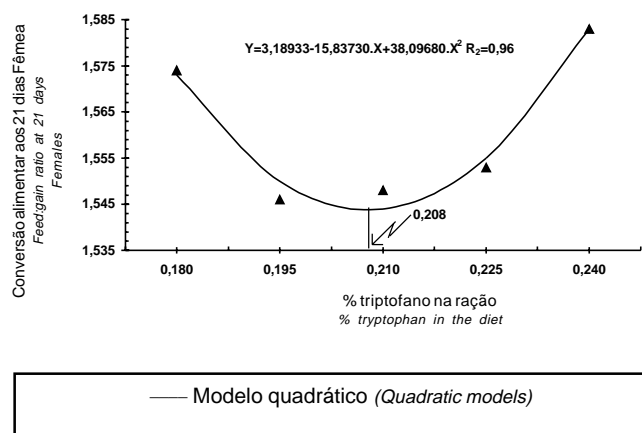


Figura 3 - Efeito dos níveis de triptofano sobre conversão alimentar de frangos de corte fêmeas, de 1 a 21 dias de idade.

Figure 3 - Effect of the dietary tryptophan levels on feed: gain of broiler females, from 1 to 21 days of age.

em 0,212% (Tabela 4, Figura 1). As exigências de triptofano total, ajustadas por meio do modelo de regressão quadrática, para a conversão alimentar, e do modelo LRP, para o ganho de peso das fêmeas, foram estimadas em 0,208 e 0,187%, respectivamente, em função da menor soma de quadrados dos desvios (Tabela 4, Figuras 2 e 3). Os machos apresentaram maior exigência em triptofano que as fêmeas. Entretanto, HUNGHAR e THOMAS (1976) observaram somente mínimas diferenças nas exigências de triptofano para machos e fêmeas, sendo que os machos necessitam, em média, de 0,0043% a mais de triptofano que as fêmeas.

Os resultados de exigência para as fêmeas, obtidos por meio de análise LRP, uma vez respeitada a interpretação biológica, subestimaram o nível ótimo de triptofano (Trp) para o máximo desempenho das aves. Portanto, com base nos parâmetros observados, respeitando-se o ajuste estatístico, obtido por meio de regressão quadrática, pode-se sugerir exigência mínima de triptofano total para frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 21 dias de idade, de 0,212 e 0,208% ou de 0,069 e 0,067% de Trp/Mcal de EM, respectivamente. Resultados superiores foram verificados por FREEMAN (1979), que obteve exigência de triptofano de 0,24 e 0,22% para pintos de corte, machos e fêmeas, de 0 a 7 dias de idade.

As estimativas de exigência em triptofano obtidas neste estudo foram superiores àquelas citadas por HEWITT e LEWIS (1972), WOODHAM e DEANS (1975), CAREW et al. (1983) e pelo NRC (1994); semelhantes às obtidas por BEHM et al. (1991); e inferiores àquelas citadas por DEAN e SCOTT (1965), AEC (1987), ABEBE e MORRIS (1990), ROSTAGNO et al. (1992), AEC (1993) e PARR e SUMMERS (1991).

Segundo WILLIAMS (1995), a avaliação precisa da exigência de aminoácidos das aves para manutenção e crescimento e a suplementação exata são essenciais para otimização do crescimento e da produção. As vantagens de se utilizarem os valores de aminoácidos digestíveis, entre outras, é a menor excreção de nitrogênio para o meio ambiente, evitando assim a poluição de nitrogênio.

Portanto, considerando-se o coeficiente de digestibilidade verdadeira do triptofano da dieta basal (90,33%) e o valor estimado de exigência de triptofano total, foi calculada a exigência de triptofano digestível em 0,191 e 0,188% para machos e fêmeas, respectivamente. Estes resultados são inferiores aos de WALDROUP (1996), que recomendaram 0,20% de triptofano digestível, e superiores àquelas citadas nas Tabelas do AEC (1993), que recomendam 0,19% de triptofano digestível, para as fêmeas. Também são inferiores aos de HAN et al. (1991), os quais verificaram que a exigência por triptofano digestível para frangos de corte no período de 8 a 22 dias de idade foi de 0,20%.

## Conclusões

As exigências nutricionais em triptofano total para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 1 a 21 dias, foram estimadas em 0,212 e 0,208% ou 0,069 e 0,067% de Trp/Mcal de EM, respectivamente. As exigências nutricionais em triptofano digestível para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 1 a 21 dias, foram estimadas em 0,191 e 0,188% ou 0,062 e 0,061% de Trp/Mcal de EM, respectivamente.

## Referências Bibliográficas

- ABEBE, S., MORRIS, T.R. 1990. Effects of protein concentration on Responses to dietary tryptophan by chicks. *Br. Poultry Sci.*, 31:267-272.
- AEC - 1987. *Tabelas de Recomendações para a Nutrição Animal*. 5.ed. Antony Cedex, 86p.
- AEC - 1993. *Feed ingredients formulation in digestible amino acids*. Rhodimet Nutrition Guide, 2.ed., Rhône Poulenc Animal Nutrition. 55p.

- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., SANT'ANNA, R. et al. 1992. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizável e proteína digestiva de alimentos para aves. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 21(6):1059-1068.
- ALSTER, F.A., CAREW, L.B., FOSS, D.C. Effect of tryptophan deficiency on growth, plasma T4, T3, and organ weights of growing chicks. *Poult. Sci.*, 59:1577 (Supplement 1).
- BAKER, D.H., HAN, Y. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. *Poult. Sci.*, 73:1441-1447.
- BEHM, G., DRESSLER, D., GAUS, G. et al. 1991. *Los aminoácidos en la nutrition animal*. Frankfurt: Degussa. 52p.
- BRAGA, J.M. 1983. *Avaliação da fertilidade do solo (Ensaio de Campo)*. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária. 101p.
- CAREW JR., L.B., ALSTER, F.A., FOSS, D.C. et al. 1983. Effect of a tryptophan deficiency on thyroid gland, growth hormone and testicular functions in chickens. *J. Nut.*, 113(9):1756-1765.
- DEAN, W.F., SCOTT, H.M. 1965. The development of an amino acid reference diet for the early growth of chicks. *Poult. Sci.*, 44(3):803-808.
- FREEMAN, C.P. 1979. The Tryptophan Requirement of Broiler Chicks. *Br. Poult. Sci.*, 20:27-37.
- HAN, Y., SUZUKI, H., BAKER, D.H. 1991. Histidine and tryptophan requirement of growing chicks. *Poult. Sci.*, 70:2148-2153.
- HEWITT, D., LEWIS, D. 1972a. The amino acid requirements of the growing chick. 1. Determination of amino acid requirements. *Br. Poult. Sci.*, 13:449-463.
- HUNGHAR, J.G., THOMAS, O.P. 1976. The Tryptophan requirement of male and female broilers during the 4-7 week period. *Poult. Sci.*, 55:379-383.
- KOELKEBECK, K.W., BAKER, D.H., HAN, Y. et al. 1991. Research note: effect of excess lysine, methionine, threonine, or tryptophan on production performance of laying hens. *Poult. Sci.*, 70:1651-1653.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC - 1994. *Nutrients requirements of poultry*, 9.ed. Washington, DC.: National Academic Press. 155p.
- PARR, J.F., SUMMERS, J.D. 1991. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. *Poult. Sci.*, 70:1540-1549.
- POWELL, T.S., GEHLE, M.H. 1977. Evaluation of dietary tryptophan levels as a restriction method for broiler breeder Pullets. *Poult. Sci.*, 56:407-414.
- PUPA, J.M.R. *Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados*. Viçosa, MG:UFV, Imprensa Universitária, 1995. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- ROGERS, S.R., PESTI, G.M. 1990. The influence of dietary tryptophan on broiler chick growth and lipid metabolism as mediated by dietary protein levels. *Poult. Sci.*, 69(5):746-756.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A. et al. 1992. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 4.ed. 59p.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 160p.
- TEETER, R.G., BELAY, T., WIERNUSZ, C.J. Poultry nutrition research. In: ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE, 41, 1992, New York. *Proceedings...*New York: Pfizer, 1993. p.170-274.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1995. *Sistema de análises estatísticas e genética* - SAEG, Viçosa, MG: UFV (Software).
- WALDROUP, P.W. Nutrient requirements of broilers. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: DZO, 1996. p.55-63.
- WARNICK, R.E., ANDERSON, J.O. 1968. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. *Poult. Sci.*, 47:281-287.
- WILLIAMS, P.E.V. 1995. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 53:173-187.
- WOODHAM, A.A., DEANS, P.S. 1975. Amino acid requirements of growing chickens. *Br. Poult. Sci.*, 16:269-287.

**Recebido em:** 08/02/00

**Aceito em:** 05/05/00