

Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade

[Digestible lysine for male broilers from 12 to 22 days of age]

P. Takeara¹, A.L. Toledo¹, E.R.S. Gandra², R. Albuquerque¹, M.A. Trindade Neto^{1,3}

¹Departamento de Nutrição e Produção Animal - FMVZ-USP – Pirassununga, SP

²Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP – Botucatu, SP

³VNP-FMVZ-USP – Pirassununga, SP

RESUMO

Avaliou-se nível de lisina digestível para 1050 frangos de corte dos 12 aos 22 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, sete repetições e 30 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: 1,05; 1,10; 1,15; 1,20 e 1,25% de lisina digestível. Avaliaram-se ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, composição e deposição de nutrientes corporais. Foram constatados efeitos quadráticos de lisina digestível no consumo de ração e resposta linear ascendente no peso da carcaça. Na composição química da carcaça, houve resposta quadrática do nível de lisina na concentração de proteína. As taxas de deposição proteica, deposição de água, da carcaça e do corpo total tiveram aumento linear em resposta ao acréscimo de lisina na dieta. O aumento da concentração de lisina, todavia, coincidiu com a redução da matéria mineral nas vísceras e sangue e no corpo total. Considerado o desempenho, o nível 1,1% de lisina digestível atendeu às necessidades do frango de corte entre o 12º e o 22º dia de idade. Consideradas a composição química e as taxas de deposição dos nutrientes corporais, a demanda pelo aminoácido digestível torna-se igual ou maior que 1,25%.

Palavras-chave: frango, composição corporal, deposição lipídica, deposição proteica, desempenho

ABSTRACT

The lysine level was evaluated for 1,050 male broilers from 12 to 22 days of age. The experimental design was completely randomized with five treatments, seven replications, and 30 birds per experimental unit. The treatments were: 1.05, 1.10, 1.15, 1.20, and 1.25% of digestible lysine. Weight gain, feed intake, feed: gain ratio, body composition, and nutrient deposition were measured. There were quadratic effects of digestible lysine on feed intake and an ascendant linear effect on carcass weight. In the carcass chemical composition, there was a quadratic response of lysine level in protein concentration. The deposition rates in carcass protein, carcass water, and whole body had a linear increase as response to lysine addition to diet. The lysine level increase however coincided with the mineral decrease on blood, offal, and whole body. Basing on performance, the digestible lysine 1.1% level attended the broiler needs from 12 to 22 days of age. On the other hand, considering the chemical composition and the nutrient accretion rates, the need for digestible amino acid was equal or higher than 1.25%.

Keywords: body composition, fat deposition, male broilers, protein deposition, performance

INTRODUÇÃO

A suplementação das rações com aminoácidos livres facilita o ajuste das formulações e dos níveis exigidos de aminoácidos essenciais, reduz o custo de formulação, melhora o rendimento dos frangos de corte, proporciona maior conforto nos

galpões devido à menor produção de amônia, possibilita reduzir o conteúdo de proteína e atender às exigências em aminoácidos essenciais, o que pode resultar em melhor utilização dos nutrientes (Cella et al., 2001; Valério et al., 2003).

Recebido em 27 de maio de 2009

Aceito em 29 de outubro de 2010

E-mail: messiasn@usp

Dos aminoácidos que compõem a dieta para aves, a lisina é referência devido às suas propriedades no metabolismo, sendo o aminoácido mais exigido para deposição proteica, considerado aminoácido padrão; os demais aminoácidos essenciais são tidos como uma porcentagem de seu conteúdo (Wang e Fuller, 1989; Fuller e Wang, 1990; Van Lunen, 1995). Na fase de crescimento, a lisina destina-se, preferencialmente, à deposição muscular, e algumas partes do corpo respondem melhor ao aumento da ingestão do aminoácido (Friesen et al., 1996). Animais com alta taxa de deposição proteica necessitam, portanto, de maior concentração de lisina na dieta, devido à maior síntese diária (Friesen et al., 1996; Lawrence e Fowler, 1997).

Na elaboração de um programa nutricional, é comum basear-se nas recomendações das tabelas NRC (Nutrient..., 1994) e em Rostagno et al. (2005), ou nas recomendações dos manuais de alimentação das marcas comerciais. Os dados, entretanto, confundem-se devido às interações dos diversos fatores ambientais (Barboza et al., 2000a).

O trabalho foi realizado com o objetivo de estabelecer o melhor nível de lisina para frangos de corte na fase inicial, dos 12 aos 22 dias, com base no ganho de peso, no consumo de ração, na conversão alimentar, na composição química e nas taxas de deposição de nutrientes corporais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em galpão de alvenaria, dividido em boxes de 4,25m² cada, sendo a criação em piso, com janelas laterais para auxiliarem no controle da ventilação. Utilizaram-se 1050 frangos, machos, linhagem Ross, com peso médio inicial de 287g, aos 12 dias de idade. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e sete repetições. A unidade experimental era constituída de 30 aves por unidade experimental (boxe).

Os tratamentos experimentais consistiram de cinco níveis dietéticos de lisina digestível: 1,05; 1,10; 1,15; 1,20 e 1,25%. As dietas experimentais foram calculadas após análise bromatológica dos ingredientes. Elas foram

isoproteicas e isoenergéticas, formuladas para atender às exigências nutricionais das aves em proteína, energia, cálcio e fósforo. A composição percentual e calculada das dietas, segundo Rostagno et al. (2000), são apresentadas na Tab. 1.

As aves foram pesadas no início e no final da fase experimental, aos 12 e 22 dias de idade. Água e ração foram fornecidas à vontade e, ao final do experimento, a ração e a sobra foram pesadas para determinação do consumo durante o período experimental. As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, composição química no sangue e nas vísceras, na carcaça e no corpo total e deposição de nutrientes na carcaça e no corpo total. No caso, a composição química foi feita a partir de matéria seca, proteína, lipídio, cinzas e água; os nutrientes depositados analisados foram os mesmos da composição química, exceto a matéria seca.

No abate comparativo, ao início da fase, aos 12 dias de idade, foram utilizadas 10 aves com média de peso das submetidas aos tratamentos experimentais, adotando-se desvio máximo de 10%. Os dados médios obtidos nesta etapa serviram como valores comparativos da composição química corporal (água, proteína, gordura e matéria mineral) e foram utilizados na determinação das taxas de deposição de nutrientes ao final da fase, aos 22 dias de idade.

No final da fase estudada, após 12 horas de jejum, foram abatidas duas aves por unidade experimental para determinação da composição química da carcaça, de sangue, juntamente com as vísceras, e do corpo total, da deposição de nutrientes na carcaça e no corpo total. Considerou-se como carcaça o frango sangrado e eviscerado. A carcaça incluía cabeça, pés e penas. O corpo total foi definido como a diferença entre o peso vivo em jejum e o conteúdo gastrintestinal, sendo numericamente igual ao valor do peso vivo reconstituído, o qual é definido como a somatória das frações de carcaça, sangue e vísceras. A diferença do peso vivo em jejum e do peso vivo reconstituído foi considerada como conteúdo gastrintestinal ou água perdida por evaporação e/ou nas embalagens pré e pós-processamento.

Lisina digestível para frangos...

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (dos 12 aos 22 dias de idade)

Ingrediente (%)	Nível de lisina digestível (%)				
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25
Milho	61,749	61,973	60,431	59,700	58,947
Farelo de soja	27,737	27,436	30,223	31,528	32,811
Óleo de soja	1,327	1,253	1,910	2,216	2,516
Glúten de milho 60	5,000	5,000	3,028	2,000	1,000
L-lisina HCl – 78%	0,235	0,308	0,309	0,345	0,381
DL-metionina	0,162	0,203	0,262	0,313	0,363
L-treonina	0	0,034	0,065	0,098	0,132
L-valina	0	0	0	0,007	0,041
L-arginina	0	0	0	0,030	0,056
Sal	0,504	0,504	0,504	0,505	0,505
Calcário calcítico	1,040	1,040	1,028	1,022	1,015
Fosfato bicálcico	1,791	1,794	1,785	1,781	1,778
Cloreto de colina 60	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
BHT - Antioxidante	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Suplemento vitamínico - mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína (%)	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Cálcio (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,050	1,100	1,150	1,200	1,250
Metionina + Cistina digestível (%)	0,787	0,825	0,863	0,900	0,938
Treonina digestível (%)	0,686	0,715	0,748	0,780	0,813
Triptofano digestível (%)	0,197	0,195	0,205	0,210	0,214
Leucina digestível (%)	1,928	1,921	1,816	1,758	1,701
Arginina digestível (%)	1,171	1,162	1,208	1,227	1,246
Valina digestível (%)	0,905	0,900	0,896	0,891	0,887
Isoleucina digestível (%)	0,827	0,821	0,825	0,824	0,823

¹Fornece/kg de ração: vit.A: 6.720UI; vit.D3: 1.600UI; vit.E: 14mg; vit.K: 1,44mg; vit.B1: 1,746mg; vit.B2: 4,8mg; vit.B6: 2,50mg; vit.B12: 9,6mcg; ácido fólico: 0,8mg; ácido pantotênico: 12,48mg; niacina: 33,6mg; biotina: 40mcg; colina: 313,2mg; Mn: 75ppm; Zn: 70ppm; Fe: 50ppm; Cu: 8ppm; I: 0,75ppm; Se: 0,3ppm; antioxidante 0,01%; promotor de crescimento 0,0063%; coccidiostático 0,011%; violeta genciana 0,0015%.

As aves foram abatidas pelo método de sangria, e o sangue dos frangos de mesma unidade experimental foi coletado em saco plástico e pesado. As vísceras foram retiradas, lavadas, pesadas e armazenadas no mesmo saco plástico do sangue coletado. Foram consideradas como vísceras: trato digestório livre de digesta (lavado), órgãos reprodutores, coração, fígado, baço, pulmão, rins e gordura adjacentes (Trindade Neto et al., 2004). Embalagens de sacos plásticos foram utilizadas para prevenir a perda de umidade, em seguida foram mantidas a -10°C até o processamento.

As carcaças foram limpas com algodão umedecido em água, para retirar todo sangue que ainda pudesse restar. A seguir, foram embaladas a fim de se evitar alterações nas análises químicas. Após congelamento, as carcaças de cada unidade experimental foram reduzidas ao

estado pastoso por meio de um moedor de carne. Retiraram-se quatro amostras da carcaça, contendo cada uma cerca de 100g, as quais foram colocadas em placas de Petri. O mesmo procedimento foi adotado para o sangue e as vísceras.

As amostras foram submetidas ao processo de liofilização; o equipamento empregado foi o liofilizador Terroni LH 2000/3TT, sistema a vácuo a 5mm/Hg, operado a -52°C e secagem por sublimação. As amostras liofilizadas foram moídas, com gelo seco, em liquidificador, para subseqüentes análises bromatológicas. Estas foram realizadas em duplicata, segundo AOAC (Official..., 1984). Foi considerado como matéria seca o material liofilizado, corrigido em estufa à temperatura de 105°C – devido à absorção de água ocorrida durante o reprocessamento das amostra –, quanto ao

extrato etéreo, à proteína bruta e à matéria mineral.

Na composição química, determinaram-se o conteúdo de água, a proteína, o lipídio e as cinzas, expressos em gramas, nas vísceras, juntamente com o sangue, a carcaça e o corpo total. Os dados foram expressos na matéria natural, seca por liofilização (a vácuo) e corrigida pela matéria seca a 105°C. As taxas de deposição avaliadas foram: proteica, lipídica, água e cinzas na carcaça e no corpo total. A partir da composição química determinada nas amostras liofilizadas (corrigidas para 100% de matéria seca) de cada fração corporal, chegou-se às respectivas taxas de deposição, decompondo-se o ganho de peso em água, proteína, lipídio e cinzas.

Os dados foram submetidos à análise de variância do procedimento GLM do programa estatístico computacional SAS/1999. As premissas da análise estatística, normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, foram obedecidas. As características determinadas foram utilizadas como variáveis dependentes na determinação das equações de regressão. Para estimar os níveis de lisina, utilizaram-se os modelos linear e quadrático, obtidos para cada variável dependente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho dos frangos dos 12 aos 22 dias de idade estão apresentados na Tab. 2.

Tabela 2. Desempenho dos frangos de corte no período dos 12 aos 22 dias de idade, em função do nível de lisina digestível na dieta

Variável	Nível de lisina digestível (%)					CV (%)
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	
Peso inicial médio (g) nd	287,61	288,96	283,64	285,94	286,14	4,87
Peso final médio (g) ^{ns}	854,2	873,7	842,9	861,2	897,7	6,67
Ganho de peso médio (g) ^{ns}	566,6	584,7	559,3	575,2	611,5	9,50
Consumo da dieta médio (g) ^{**}	948,1	947,5	914,3	944,7	983,7	3,32
Conversão alimentar ^{ns}	1,67	1,62	1,63	1,64	1,61	6,89

nd: não determinado; ns: não significativo (P>0,01); **efeito quadrático (P<0,01).

Não foram caracterizadas diferenças estatísticas no peso final, no ganho de peso e na conversão alimentar dos frangos, na medida em que variou a concentração dietética de lisina digestível. A ausência de diferenças sugere o menor teor de aminoácido como satisfatório, dentre os aplicados nesta avaliação.

O consumo de ração foi influenciado pela variação do teor de lisina na dieta (P<0,01), de forma quadrática, à medida que variou a inclusão do aminoácido, segundo a equação: $\bar{Y}=3476,37-4621,1663X+2098,2580X^2$; $R^2=60,00$. Neste caso, o nível estimado como ótimo de lisina digestível seria 1,10%, correspondendo à ingestão média de 11g de lisina total (conforme análises das dietas) ou 10,25g de lisina digestível, estimada (conforme formulado) no período avaliado. Este resultado difere dos observados por Costa et al. (2001) e Bellaver et al. (2002), quando propuseram 1,18% de lisina digestível para frangos de corte machos, de um a

21 dias de idade. No mesmo período (um aos 21 dias), também difere de Garcia e Batal (2005), ao concluir que o máximo desempenho poderia ser obtido com o nível de lisina digestível variando de 0,95 a 1,01%.

As respostas do presente estudo estão próximas aos valores encontrados por Knowles e Southern (1998), quando indicaram para frangos de corte machos, dos quatro aos 15 dias de idade, 1,09% para ganho em peso e 1,07% de lisina digestível para conversão alimentar. Barboza et al. (2000b) sugeriram os níveis de lisina digestível de 1,11% para maior ganho de peso, e de 1,10% para melhor conversão alimentar de frangos de corte entre um e 21 dias.

Os resultados de composição química e deposição de nutrientes na carcaça, no sangue, juntamente com as vísceras, e no corpo total dos frangos da fase inicial dos 12 aos 22 dias de idade, estão apresentados na Tab. 3.

Lisina digestível para frangos...

Tabela 3. Composição química nas frações corporais e no corpo total, e taxas de deposição na carcaça e no corpo total dos frangos de corte na fase inicial (12 - 22 dias de idade), em função dos níveis de lisina digestível na dieta

Variável	Nível de lisina digestível (%)					CV (%)
	1,05	1,00	1,05	1,10	1,15	
Peso vivo em jejum (g) nd	827,43	844,14	828,86	910,57	911,07	4,96
Corpo total (g)*	809,53	823,23	815,97	890,84	896,17	3,81
Carcaça (g)*	655,03	664,62	659,57	725,45	726,22	3,93
Composição da carcaça (%)						
Matéria seca ^{ns}	31,24	31,15	31,98	30,59	31,29	2,66
Proteína ^{ns1}	17,78	18,14	19,14	18,1	18,26	3,97
Lipídio ^{ns1}	9,21	8,52	8,72	8,5	8,98	11,46
Cinzas ^{ns1}	4,24	4,48	4,11	3,99	4,05	9,77
Deposição na carcaça (g/período)						
Proteína [*]	90,93	95,08	100,60	105,77	107,02	6,38
Lipídio ^{ns}	45,94	42,38	43,22	47,29	50,87	18,14
Cinzas ^{ns}	21,25	23,2	20,63	22,42	22,87	13,5
Água [*]	343,35	350,38	341,54	396,38	391,89	4,71
Composição de vísceras + sangue (%)						
Matéria seca ^{ns}	23,53	23,65	23,58	23,23	24,73	4,55
Proteína ^{ns1}	72,27	73,53	72,55	74,41	72,77	3,04
Lipídio ^{ns1}	21,24	19,74	21,18	19,25	20,9	10,88
Cinzas ^{ns1}	6,49	6,72	6,27	6,34	6,32	10,48
Composição do corpo total (%)						
Proteína ^{**1}	17,64	18,00	18,75	17,95	18,21	3,65
Lipídio ^{ns1}	8,41	7,78	8,01	7,76	8,26	10,96
Cinzas ^{*1}	3,72	3,92	3,6	3,52	3,58	9,17
Água ^{ns1}	70,23	70,3	69,62	70,77	69,96	1,00
Deposição no corpo total (g/período)						
Proteína [*]	108,12	113,56	118,26	125,29	128,47	6,14
Lipídio ^{ns}	51,51	47,64	48,95	52,55	57,52	17,30
Cinzas ^{ns}	22,82	24,94	22,16	24,07	24,74	12,70
Água [*]	420,13	430,16	419,66	481,98	478,50	4,85

1. dados na matéria natural; nd: não determinado; ns: não significativo (P>0,01); *efeito linear (P<0,01); **efeito quadrático (P<0,01).

Nas aves escolhidas como média de peso em cada boxe, observou-se efeito (P<0,01) linear ascendente dos níveis dietéticos de lisina digestível no peso do corpo total e da carcaça, segundo a equação $\hat{Y} = 218,80 + 406,4171X$; $R^2 = 78,08$, demonstrando que o acréscimo de lisina na dieta correspondeu às demandas do rápido crescimento do frango de corte.

Sobre o teor de proteína bruta na carcaça, verificou-se resposta (P=0,02) quadrática ao acréscimo de lisina na dieta, segundo a equação $\hat{Y} = -76,24 + 163,1898X - 70,1633X^2$; $R^2 = 49,32$, e o nível estimado como ótimo seria 1,16% para concentração de 18,65% de PB e uma ingestão estimada de 11,4g de lisina total no período. Na concentração mineral, há indicação (P=0,08) de

redução à medida que se aumentou a concentração de lisina digestível da dieta. Esses resultados confirmam o direcionamento da lisina para a síntese proteica durante o crescimento (Kessler e Smizek, 2001). Os resultados observados na concentração de matéria mineral podem ser explicados pelo aumento da proteína na carcaça.

Quando consideradas as taxas dos nutrientes depositados na carcaça, ao final do período avaliado, constatou-se aumento (P<0,01) linear da proteína ($\hat{Y} = 1,28 + 85,7400X$; $R^2 = 97,06$) e da água, segundo a equação $\hat{Y} = 35,58 + 286,1971X$; $R^2 = 69,63$, em resposta ao acréscimo da lisina na dieta. Essas observações ratificam a eficiência de uso dos nutrientes pelos frangos de corte no

período entre 12 e 22 dias de idade, quando a concentração dietética da lisina e demais aminoácidos foi elevada. Os resultados confirmam que, nas fases de maior crescimento, a lisina é direcionada para o acúmulo de massa muscular (Friesen et al., 1996; Lawrence e Fowler, 1997).

Semelhante à proteína, houve aumento da deposição de água na carcaça, em resposta à elevação dos níveis de lisina na dieta. Ratificasse, da mesma forma, que a preferencial síntese proteica na formação muscular tem relação direta com o teor de água na carcaça.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) linear ascendente dos níveis de lisina digestível da ração sobre o peso vivo reconstituído, segundo a equação $\hat{Y} = 293,11 + 481,7743X$; $R^2 = 79,81$. Em sequência às observações, apresentadas nas tabelas anteriores, confirmam-se os dados que mostram a lisina e demais aminoácidos sendo priorizados no processo de crescimento da ave.

A composição química das vísceras e do sangue não teve efeito ($P > 0,01$) da variação do nível de lisina na dieta. A ausência de variação significativa indica que, nas frações corporais, a lisina não é direcionada para sangue e vísceras, quando o animal se encontra nas fases de maior crescimento (Friesen et al., 1996; Lawrence e Fowler, 1997).

Quando considerada a composição química do corpo total, ficou constatado efeito dos níveis de lisina digestível apenas na concentração de matéria mineral dos frangos dos 12 aos 22 dias de idade. A resposta ($P < 0,01$) foi linear decrescente, à medida que houve acréscimo do aminoácido na dieta, de acordo com a equação $\hat{Y} = 5,26 - 1,3800X$; $R^2 = 48,05$. Esta variação observada, apesar de pobremente explicada pela equação ($R^2 = 48,05$), pode ratificar o ocorrido na concentração de matéria mineral da carcaça, sendo decorrente do aumento da proteína e da água no corpo total.

As taxas de deposição no corpo total confirmaram as observações destacadas na fração carcaça. À medida que o nível de lisina digestível foi aumentado nas dietas, houve correspondente aumento ($P < 0,01$) da deposição proteica ($\hat{Y} = -1,86 + 104,8714X$; $R^2 = 99,08$) e da água no corpo total, segundo a equação

$\hat{Y} = 58,40 + 337,1229X$; $R^2 = 71,67$, confirmando, assim, o destino priorizado da lisina para o anabolismo proteico, no acúmulo de massa muscular durante o crescimento do frango de corte.

CONCLUSÃO

O nível 1,10% de lisina digestível satisfaz as necessidades do desempenho de frangos de corte machos, dos 12 aos 22 dias de idade, mas, ao considerar a composição química e a deposição dos nutrientes corporais, essa exigência torna-se igual ou maior que 1,25%.

AGRADECIMENTO

À FUNDAG pelo financiamento parcial deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOZA, W.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; et al. Níveis de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 15 a 40 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1082-1090, 2000a.
- BARBOZA, W.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1098-1102, 2000b.
- BELLAVER, C.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. et al. Estimativas das exigências de lisina e de energia metabolizável em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizando-se uma variável multivariada canônica. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.71-78, 2002.
- CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina mantendo a relação aminoácídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.433-439, 2001.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1490-1497, 2001.

- FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. The use of ompositional growth curves for assessing the response to dietary lysine by high-lean growth gilts. *Anim. Sci.*, v.62, p.159-169, 1996.
- FULLER, M.; WANG, T.C. Digestible ideal protein - a measure of dietary protein value. *Pig News Inform.*, v.11, p.353-357, 1990.
- GARCIA, A.; BATAL, A.B. Changes in the digestible lysine and sulfur amino acid needs of broiler chicks during the first three weeks posthatching. *Poult. Sci.*, v.84, p.1350-1355, 2005.
- KESSLER, A.M.; SNIZEK JÚNIOR, P.N. Considerações sobre a quantidade de gordura na carcaça do frango. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. 927p.
- 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. *Poult. Sci.*, v.77, p.564-569, 1998.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. *Growth of farm animals*. Wallingford: Cab International, 1997. 330p.
- NUTRIENT requirements of poultry. 9.ed. Washington, DC: National Academic of Sciences, 1994. 155p.
- OFFICIAL methods of analysis. 14.ed. Washington: VA: AOAC, 1984.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas brasileiras para aves e suínos*. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: Tabelas brasileiras para aves e suínos*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- TRINDADE NETO, M.A.; PETELINCAR, I.M.; BERTO, D.A. et al. Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0kg. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, supl.1, p.1777-1789, 2004.
- VALÉRIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.372-382, 2003.
- VAN LUNEN, T.A. Ideal protein requirements of modern genotypes. *Pigs*, p.12-13, 1995.
- WANG, T.C.; FULLER, M. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. *Br. J. Nutr.*, v.62, p.77-89, 1989.