



Avaliação do Desempenho e Excreção de Cálcio em Duas Linhagens de Frangos de Corte, na Fase Inicial, Alimentados com Diferentes Níveis de Aminoácidos e de Cálcio

Performance and Calcium Excretion in Two Strains of Broilers, in the Initial Phase, Fed With Different Amino Acids and Calcium Levels

■ Código / Code

0106

■ Autor(es) / Author(s)

Araújo CSS¹
Artoni SMB²
Araújo LF⁴
Junqueira OM³
Borges SA⁵

1-Aluna do Curso de Pós-Graduação Zootecnia/ UNESP, Jaboticabal

2-Docente Depto. de Morfologia e Fisiologia Animal FCAV/UNESP, Jaboticabal

3- Docente Depto. de Zootecnia FCAV / UNESP, Jaboticabal

4-Docente Depto. de Zootecnia FZEA/USP, Pirassununga

5-Médico Veterinário, Doutor em Zootecnia

■ Correspondência / Mail Address

Lúcio Francelino Araújo

Depto. de Zootecnia - FCAV/ UNESP
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane
14870-000 - Jaboticabal -SP - Brasil

E mail: luciocrisaraujo@yahoo.com.br

■ Unitermos / Keywords

aminoácidos, cálcio, desempenho, frangos de corte, linhagens

amino acids, broilers, calcium, performance, strains

■ Observações / Notes

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.
Projeto financiado pela FAPESP 98/15958-3.

RESUMO

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio sobre o desempenho e excreção de cálcio de duas linhagens de frangos de corte (Cobb e Avian Farms) na fase inicial de criação. Foram avaliados os dados de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) e excreção de cálcio. Foram utilizadas 540 aves, em cada experimento, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, ou seja, 3 perfis de aminoácidos (metionina, metionina+cistina, lisina e treonina - 100%, 125% e 150% dos níveis do NRC, 1994) e 2 níveis de cálcio (75% e 100% dos níveis do NRC, 1994), com 30 aves por repetição. Analisou-se o cálcio excretado das aves, e para tanto, utilizou-se 72 aves, em cada experimento, alojadas em gaiolas, seguindo o mesmo delineamento descrito anteriormente. Não houve interação entre os tratamentos estudados. Para a linhagem Avian Farms, o ganho de peso diminuiu com a elevação dos níveis de aminoácidos e ocorreu menor excreção de cálcio com menor nível de cálcio da dieta. A linhagem Cobb não foi influenciada pelos tratamentos em nenhum dos parâmetros estudados

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the performance and calcium excretion of broilers fed the diets with different amino acids (AA) and calcium (Ca) levels in the initial phase. In each experiment, male broilers, Cobb or Avian Farms, were randomly assigned to six treatments in a three X two factorial arrangement, considering the factors AA (100, 125 and 150% NRC, 1994) and Ca (75 and 100% NRC, 1994), in three replications of 30 birds each. The studied AA were methionine, methionine + cystine, lysine and threonine. The performance of the birds was analyzed according weight gain, feed intake and feed conversion. The lower calcium level reduced calcium excretion and increasing amino acids levels reduced weight gain in Avian Farms strain. The Cobb strain was not affected by treatments.



INTRODUÇÃO

Os avanços nas áreas de genética, nutrição, manejo e sanidade têm contribuído em muito para tornar a avicultura a atividade de maior incremento nas últimas décadas.

As linhagens de frangos de corte, comercialmente disponíveis, apresentam potenciais genéticos diferenciados devido à pressão de seleção aplicada para cada uma das características de interesse econômico. A velocidade de crescimento, associada com o aumento de tecido muscular, aumenta as exigências de aminoácidos das aves. Waldroup *et al.* (1976) afirmaram que o crescimento da ave é proporcional à ingestão alimentar de proteína, o qual pode ser reduzido de acordo com a concentração plasmática de aminoácidos. A deficiência de aminoácidos na dieta afeta a deposição de proteína na carcaça e os efeitos variam em função cada aminoácido (Okumura & Mori, 1979) e o nível da deficiência (Boomgaardt & Baker, 1973; Sugahara *et al.*, 1984). Nestes experimentos, a ingestão alimentar variou de acordo com a natureza e a severidade da deficiência. Para um melhor desempenho produtivo, o teor de proteína da dieta deve fornecer níveis adequados de aminoácidos essenciais (AAE) e não-essenciais (AAN), para melhor síntese protéica (Fancher & Jensen, 1989).

Embora a utilização de aminoácidos sintéticos em dietas comerciais seja bastante simples, seu uso sugere algumas ponderações quando comparado aos níveis protéicos das dietas. Pequenos excessos de aminoácidos (150% das exigências normais) podem estar presentes na forma de proteína bruta em dietas comerciais para aves sem afetar, porém os parâmetros de desempenho. No entanto, quando se formula dietas com aminoácidos sintéticos, e que são presumivelmente disponíveis para absorção, pequenas variações de seus níveis podem causar efeitos na eficiência alimentar e principalmente, no consumo de ração.

Fontes comerciais de metionina, lisina e treonina sintéticas têm estado disponíveis no mercado e também têm sido utilizadas nas rações para atender as exigências das aves aos primeiros aminoácidos limitantes. Aumentando-se o nível protéico da dieta ou mesmo de lisina, em dietas isoenergéticas, aumenta-se a retenção de proteína e diminui-se a de gordura na carcaça (Bedford & Summers, 1985).

Paralelamente aos avanços no desempenho, o frango tem sido acometido de várias doenças

metabólicas, como: ascite, morte súbita, discondroplasia tibial, entre outras. Apesar dos inúmeros esforços demandados da indústria avícola, deve-se ressaltar a importância de se atentar para os níveis de aminoácidos utilizados nas dietas para frangos de corte, especialmente quando se refere aos mecanismos de osteogênese. Infelizmente, na ânsia de se alcançar melhores desempenhos zootécnicos, muitas vezes, pouca atenção tem sido dada aos efeitos dos excessos de aminoácidos sobre a mineralização dos ossos em frangos de corte.

Skinner *et al.* (1991) observaram que ao aumentar os níveis de aminoácidos totais 20% acima das exigências em dietas de frango, determinaram uma redução significativa da mineralização da tíbia nas aves que consumiram dietas com 0,5% e 1,0% de cálcio.

Assim, embasado nessas premissas, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de aminoácidos (metionina, metionina + cistina, lisina e treonina) e de cálcio sobre o desempenho e excreção de cálcio em frangos de corte de duas linhagens comerciais na fase inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois estudos foram realizados para avaliação do desempenho e a excreção de cálcio de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio na fase inicial de criação.

Foram utilizadas aves de duas linhagens comerciais de frangos de corte (Cobb e Avian Farms), as quais no início de cada experimento foram pesadas, sendo que em cada experimento, utilizou-se 540 aves distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, ou seja, 3 perfis de aminoácidos (metionina, metionina + cistina, lisina e treonina - 100%, 125% e 150% das recomendações do NRC, 1994) e 2 níveis de cálcio (75% e 100% das recomendações do NRC, 1994), havendo 3 repetições com 30 aves cada. As aves receberam água e alimentação à vontade. Utilizou-se um galpão convencional de alvenaria, com 30 x 6,65 m, com orientação norte-sul, pé-direito de 2,5m, sem lanternim, coberto com telhas de fibrocimento, contendo boxes de 3,15 x 1,50 m cada, com uma mureta de alvenaria de 0,40 m e tela de arame, protegido por cortina de plástico amarela, com sistema móvel de catraca para sua movimentação no controle do ambiente interno do mesmo.

Os boxes tiveram como cama a maravalha e foram equipados, durante as fases iniciais, com lâmpada infravermelha, para aquecimento dos pintinhos,



comedouros tipo tubular infantil e bebedouros de pressão. A substituição dos equipamentos infantis, ocorreu a partir do 5º dia de idade, sendo que já no 3º dia iniciou-se a introdução, concomitante, dos equipamentos para aves adultas. O controle do aquecimento e o manejo das cortinas, foram realizados de acordo com a necessidade das aves. O programa de luz adotado foi o de 24 horas de iluminação em todas as fases de criação. As aves foram vacinadas contra newcastle e gumboro via água de bebida.

Foram tomadas como medidas de desempenho, em todos os experimentos, o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das duas linhagens estudadas.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre o peso final e o peso inicial das aves em cada experimento.

O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida no início do experimento e a sobra de alimento de cada repetição ao final da fase experimental.

A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, do respectivo período.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico, sal comum, aminoácidos sintéticos e suplementos vitamínico e mineral, sendo que a dieta basal apresentou os níveis de aminoácidos e de cálcio estabelecidos pelo NRC (1994). Como inerte foi utilizada areia lavada. As variáveis da dieta foram os perfis de aminoácidos e os níveis de cálcio (Tabela 1).

Em cada experimento, realizou-se um ensaio de metabolismo, em gaiola, para avaliação do cálcio excretado das aves. Foram utilizadas 72 aves em cada experimento seguindo o mesmo delineamento e arranjo fatorial. Em cada gaiola foram colocadas 4 aves, correspondendo a uma parcela.

A duração do ensaio foi de 7 dias, sendo 4 dias para adaptação à dieta e 3 dias de coleta. Utilizou-se o método de coleta total das excretas, sendo que foram realizadas duas coletas diárias havendo um intervalo, entre as mesmas, de aproximadamente 12 horas. Após a coleta, as excretas foram congeladas, sendo posteriormente, descongeladas e homogeneizadas para retirada da amostra a ser analisada. Essas amostras foram levadas para estufa a 56°C, durante 72 horas e, posteriormente moídas para análise de cálcio.

O cálculo para obtenção da porcentagem da

excreção de cálcio foi feito como sendo a quantidade do mineral (gramas) nas excretas pela quantidade consumida (gramas) na ração durante as 72 horas, multiplicado por 100.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa ESTAT (1992) - Sistema de análises estatísticas e o teste utilizado para a comparação de médias foi o de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 se encontram os resultados de desempenho dos frangos de corte da linhagem Cobb no período de 1 a 21 dias de idade. Não houve interação ($p>0,05$) entre os dois fatores estudados. Com relação aos diferentes níveis de aminoácidos verificou-se que estes não interferiram ($p>0,05$) no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. No entanto, observa-se uma diminuição numérica no consumo de ração e ganho de peso das aves a partir do momento que se eleva o nível de aminoácido da dieta para 125% e 150%, não alterando os valores de conversão alimentar ($p>0,05$). A diminuição do ganho de peso das aves pode ser decorrente da diminuição do consumo de ração, o que acarreta, conseqüentemente, numa pior performance. De acordo com Scott *et al.* (1982), o excesso de alguns aminoácidos da dieta, tais como a lisina, pode deprimir o consumo de ração. Por outro lado, quando se avalia o efeito dos diferentes níveis de cálcio da dieta, observou-se que os dois níveis utilizados também não alteraram ($p>0,05$) os parâmetros acima citados. Além disso, verificou-se que ao diminuirmos o nível de 100% para 75% ocorreu uma diminuição ($p>0,05$) do ganho de peso e, conseqüentemente, no peso final das aves. Observou-se, também, maior consumo de ração pelas aves que receberam menor nível de cálcio, talvez, na tentativa de atender suas necessidades básicas de ingestão deste mineral, mas não alterando a conversão alimentar ($p>0,05$).

Na Tabela 3 encontram-se os resultados de desempenho da linhagem Avian Farms no período de 1 a 21 dias de idade. Não houve interação entre os dois fatores estudados. Quando as aves receberam níveis crescentes de aminoácidos, observou-se que o peso final, consumo de ração e conversão alimentar não sofreram alterações. Houve uma diminuição no ganho de peso das aves que receberam dietas contendo 125% e 150% de aminoácidos na dieta ($p<0,05$) em relação àquelas que receberam 100% de aminoácidos. No que se refere ao consumo de ração, houve um aumento no consumo com o nível de 125% e diminuição do mesmo com o



nível de 150% em relação às dietas com 100% de aminoácidos ($p>0,05$). Desta forma, as aves que foram alimentadas com dietas contendo 150% de aminoácidos apresentaram melhor conversão alimentar, embora este resultado não seja conclusivo já que as aves deste tratamento apresentaram menor ganho de peso e menor consumo de ração.

Ao avaliar o efeito dos diferentes níveis de cálcio da dieta observou-se que nenhuma alteração ($p>0,05$) ocorreu sobre o desempenho, em frangos de corte da linhagem Avian Farms. No entanto, verificou-se que com a diminuição do nível de cálcio na dieta, houve uma diminuição do ganho de peso, peso final e melhora na conversão alimentar ($p>0,05$). Ao contrário do que se observa com as aves da linhagem Cobb, frangos de corte que se alimentaram com uma dieta contendo 75% do nível de cálcio, apresentaram menor consumo ($p>0,05$), talvez pelo fato de que as aves da linhagem Avian Farms sejam menos sensíveis a uma dieta deficiente em cálcio quando comparada a outra linhagem estudada.

Comparando-se estes resultados com aqueles encontrados por Skinner *et al.* (1991) que trabalharam com níveis de aminoácidos a 80, 90, 100, 110 e 120% das recomendações sugeridas por Thomas *et al.* (1986) e com dois níveis de cálcio (1,0 e 0,5 %), pode-se observar que não houve interação entre os fatores estudados e os níveis de aminoácidos não influenciaram o consumo de ração. Por outro lado, as dietas com níveis mais elevados de aminoácidos bem como as dietas contendo 1,0% de cálcio propiciaram maior peso para as aves. O nível de cálcio na ração de 0,5% determinou a diminuição do consumo e o aumento da conversão alimentar.

Os achados dos experimentos em questão discordam com os obtidos por Gonzalez *et al.* (1993) que, num primeiro experimento, ao submeterem frangos de corte na fase inicial a dois níveis de cálcio (0,6 e 1,0%), observaram que as aves consumindo dietas com menor nível deste mineral, ganharam mais peso e apresentaram melhor conversão alimentar quando comparadas com aquelas que ingeriram maior nível de cálcio. Já, no segundo experimento, as aves que ganharam mais peso ($p<0,05$) e tiveram maior consumo de ração ($p<0,05$) foram as que receberam dietas com 1,0% de cálcio. De forma similar ao que ocorrera neste último experimento, o ganho de peso de frangos de corte melhorou quando o nível mais alto de cálcio (0,90%) foi utilizado (Elliot & Edwards, 1992).

No que diz respeito a utilização de aminoácidos,

Hickling *et al.* (1990) conduziram um experimento em que a suplementação da metionina esteve a 112% e a lisina a 106, 112 e 118% das recomendações sugeridas pelo NRC (1984). Foi observado um aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar ($p<0,05$) proporcionada somente pela inclusão da metionina.

Tem sido notada a preocupação de alguns autores quanto ao efeito da utilização do excesso de aminoácidos na dieta sobre o desempenho das aves. Han *et al.* (1992) trabalhando com frangos de corte durante a fase inicial, relataram que o ganho de peso e a conversão alimentar não foram afetados pelo excesso de 1,0% de lisina ou metionina, das recomendações do NRC (1984), contudo a ingestão de ração foi reduzida. Também utilizando as recomendações do NRC (1984), Sekine *et al.* (1994) relataram a não ocorrência de interação entre os níveis de aminoácidos (80, 100 e 120%) e de cálcio (50, 100 e 150%) sobre as variáveis de crescimento. O ganho de peso não foi influenciado pelos níveis de aminoácidos ou de cálcio, entretanto o consumo foi afetado pelos aminoácidos da dieta.

Silva *et al.* (1997) ao estudarem diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais de 0,728 a 1,025%, observaram um efeito significativo sobre o ganho de peso e a conversão alimentar em frangos de corte, durante a fase inicial, quando alimentados com o nível mais alto de aminoácidos.

Não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) para a excreção de cálcio (Tabelas 4 e 5), em ambas as linhagens, quando o uso de diferentes níveis de aminoácidos, embora tenha ocorrido um aumento na porcentagem de excreção com a elevação do conteúdo de aminoácidos das dietas para a linhagem Cobb. Por outro lado, as aves da linhagem Avian Farms apresentaram menor excreção de cálcio quando este elemento esteve a 75% de suas recomendações ($p<0,05$). Diferentes resultados foram encontrados por Gonzalez *et al.* (1993) que relataram ter havido uma interação entre os níveis de cálcio (0,6 e 1,0%) e de aminoácidos sulfurados (0,93; 1,23 e 1,53%) estudados. A elevação dos níveis de aminoácidos na dieta das aves consumindo 0,6% de cálcio não provocou mudanças na excreção deste íon. No entanto, as aves alimentadas com 1,0% de cálcio apresentaram efeito quadrático na excreção, em resposta ao nível de aminoácido.

CONCLUSÕES

Os dados deste estudo sugerem que, quando se utiliza a linhagem Cobb, é possível diminuir o nível de cálcio e aumentar os níveis de aminoácidos da dieta sem



afetar o desempenho das aves já, para a linhagem Avian Farms o aumento nos níveis de aminoácidos diminuiu o ganho de peso, e o menor nível de cálcio, resultou em redução da excreção deste mineral. Assim os resultados demonstraram haver diferenças na exigência de aminoácidos e de cálcio nas diferentes linhagens estudadas.

Tabela 1 – Composição percentual das dietas experimentais de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de aminoácidos e cálcio na fase inicial.

Ingredientes	Rações Experimentais					
	¹ 100%AA 100%Ca	² 125%AA 100%Ca	³ 150%AA 100%Ca	⁴ 100%AA 75%Ca	⁵ 125%AA 75%Ca	⁶ 150%AA 75%Ca
Milho moído	49,84	49,84	49,84	50,50	50,50	50,50
Farelo de soja	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Óleo de soja	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70
Fosfato bicálcico	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
Calcário calcítico	1,13	1,13	1,13	0,47	0,47	0,47
Sal	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
DL-Metionina	0,20	0,45	0,70	0,20	0,45	0,70
L-Lisina	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
L-Treonina	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,50
Supl. vit.+minerais	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Inerte	1,50	0,75	0,00	1,50	0,75	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Análise Calculada						
EM (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
PB (%)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Ca (%)	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75
Pdisp(%)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Met (%)	0,54	0,67	0,81	0,54	0,67	0,81
Met+Cist(%)	0,90	1,12	1,35	0,90	1,12	1,35
Lis(%)	1,10	1,37	1,65	1,10	1,37	1,65
Tre(%)	0,87	1,08	1,30	0,87	1,08	1,30

Níveis de garantia do suplemento vitamínico e mineral por quilograma de produto: vit. A (UI): 300.000, vit. D₃ (UI): 100.000, vit. E (mg): 4.000, vit. K (mg): 98, vit. B₁ (mg): 400, vit. B₂ (mg): 1.320, vit. B₁₂ (mcg): 4.000, pantotenato (mg): 2.000, niacina (mg): 20.000, ac. fólico (mg): 100, promotor crescimento (mg): 10.000, colina (mg): 50.000, cobre (mg): 15.000, iodo (mg): 250, selênio(mg): 50, manganês (mg): 24.000, zinco (mg): 20.000, ferro (mg): 10.000, coccidicida (mg): 25.000, antioxidante (mg):125 e veículo q.s.p.(g):1.000.

1 -100% das recomendações do NRC (1994) para aminoácidos e cálcio; 2 - 125% e 100% NRC (1994) para aminoácidos e cálcio, respectivamente; 3 - 150% e 100% NRC (1994) para aminoácidos e cálcio, respectivamente; 4 - 100% e 75% NRC (1994) para aminoácidos e cálcio, respectivamente; 5 - 125% e 75% NRC (1994) para aminoácidos e cálcio, respectivamente e 6 - 150% e 75% NRC (1994) para aminoácidos e cálcio, respectivamente.



Tabela 2 – Desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio no período de 1 a 21 dias de idade.

Parâmetros	Aminoácidos (%)				
	Cálcio (%)	100	125	150	Média
Consumo (g)	75	1090	1070	1040	1070 a ¹
	100	1080	1070	1050	1060 a
	Média	1080 A	1070 A	1040 A	
	(CV ² =2,77)				
Ganho de Peso (g)	75	780	753	740	758 a
	100	763	763	763	763 a
	Média	772 A	758 A	752 A	
	(CV= 2,65)				
Conversão Alimentar (g/g)	75	1,40	1,42	1,40	1,41 a
	100	1,41	1,40	1,38	1,40 a
	Média	1,41 A	1,41 A	1,39 A	
	(CV=1,46)				

1- Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha ou coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

2- CV: Coeficiente de variação (%).

Tabela 3 – Desempenho de frangos de corte da linhagem Avian Farms alimentados com diferentes níveis de cálcio e aminoácidos no período de 1 a 21 dias de idade.

Parâmetros	Aminoácidos (%)				
	Cálcio (%)	100	125	150	Média
Consumo (g)	75	913	880	820	871 a ¹
	100	893	980	860	911 a
	Média	903 A	930 A	840 A	
	(CV ² =2,77)				
Ganho de Peso (g)	75	637	613	593	614 a
	100	640	633	617	630 a
	Média	638 A	623 AB	605 B	
	(CV=3,05)				
Conversão Alimentar (g/g)	75	1,44	1,43	1,38	1,42 a
	100	1,49	1,55	1,39	1,48 a
	Média	1,47 A	1,49 A	1,39 A	
	(CV=1,46)				

1- Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha ou coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

2- CV: Coeficiente de variação (%).



Tabela 4 – Excreção de cálcio (em porcentagem da matéria natural) em frangos de corte da linhagem Cobb alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio na fase inicial.

Cálcio (%)	Aminoácidos (%)			
	100	125	150	Média
75	37	34	36	36 a ¹
100	32	37	40	35 a
Média (CV ² = 10,32)	34 A	35 A	38 A	

1- Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha ou coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).
2- CV: Coeficiente de variação (%).

Tabela 5 – Excreção de cálcio (em porcentagem da matéria natural) em frangos de corte da linhagem Avian Farms alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio na fase inicial

Cálcio (%)	Aminoácidos (%)			
	100	125	150	Média
75	17	22	19	19 b ¹
100	27	23	20	23 a
Média (CV ² =10,32)	22 A	22 A	19 A	

1- Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha ou coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).
2- CV: Coeficiente de variação (%).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bedford MR, Summers JD. Influence of the ratio of essential and non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. *British Poultry Science* 1985; 26: 483-491.

Boomgaardt J, Baker DH. Effect of dietary energy concentration on sulfur amino acid requirements and body composition of young chicks. *Journal of Animal Science* 1973; 36: 307-311.

Elliot MA, Edwards HM. Studies to determine whether an interaction exists among boron, calcium and cholecalciferol on the skeletal development of broiler chickens. *Poultry Science* 1992; 71: 667-690.

ESTAT 2.0 – Sistema de análise estatística. Jaboticabal: Pólo Computacional – Departamento de Ciências Exatas – UNESP, 1992.

Fancher BI, Jensen LS. Influence on performance of three to six-week-old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acids requirements. *Poultry Science* 1989; 68: 113-123.

Gonzalez NJ, Sullivan TW, Douglas JH, Beck MM. Effect of inorganic sulfate and sulfur amino acids on bone mineralization in broilers. *Poultry Science* 1993; 72: 1935-1943.

Han Y, Suzuki H, Parsons CM, Baker DH. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. *Poultry Science* 1992; 71: 1168-1178.

Hickling D, Guenter W, Jackson ME. The effects of dietary and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. *Canadian Journal of Animal Science* 1990; 70: 673-678.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington: National Academy of Sciences, 8th ed., 1984.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington: National Academy of Sciences, 9th ed., 1994.

Okumura, J. and Mori, S. Effects of deficiencies of single essential amino acids on nitrogen and energy utilization in chicks. *British Poultry Science* 1979; 20: 421-429.

Scott ML, Neisheim MC, Young RJ. Proteins and amino acids. In: *Nutrition of chickens*, 3 ed., Ithaca, New York, 1982, 58 – 118.

Sekine T, Watanabe E, Ishibashi T. Influence of dietary amino acids and calcium-available phosphorus on bone development of female broiler chicks. *Animal Science Technology* 1994; 65: 999-1007.

Silva MA, Albino LTF, Rostagno HS, Vargas Jr. JG. Exigências nutricionais em metionina+cistina para pintos de corte, em função do nível de



proteína bruta da ração. Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia 1997; 25: 357-363.

Skinner JT, Beasley JN, Waldroup PW. Effects of dietary amino acid levels on bone development in broilers chickens. Poultry Science 1991; 70: 941-946.

Sugahara K, Kubo T, Tasaki I. Energy utilization by chicks fed amino acid diets containing graded levels of arginine. Japanese Poultry Science 1984; 21: 75-81.

Thomas OP, Zuckerman AI, Farran M, Tamplin CB. Updated amino acid requirements of broilers. In.: Proceedings of the Maryland Nutrition Conference, 1986, Maryland, p. 79-85.

Waldroup PW, Mitchell RJ, Payne JR, Johnson ZB. Characterization of the response of broiler chickens to diets varying on nutrient content. Poultry Science 1976; 55: 130-145.