

ALTOS NÍVEIS DIETÉTICOS DE COBRE NO DESEMPENHO E NO COLESTEROL SÉRICO E MUSCULAR DE FRANGOS DE CORTE

Sonia Cristina Daróz de Moraes^{1,3}; José Fernando Machado Menten^{2,3*}; Mônica Maria de Almeida Brainer⁴; Marcos Martinez do Vale⁴

¹Pós-Graduada do Depto. de Produção Animal - USP/ESALQ.

²Depto. de Produção Animal - USP/ESALQ, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

³Bolsista CNPq.

⁴Bolsista CAPES.

*Autor correspondente <jfmmmente@carpa.ciagri.usp.br>

RESUMO: O cobre, em níveis supranutricionais nas dietas de frangos de corte, atua como promotor do crescimento. Para avaliar as respostas no desempenho e no colesterol sérico e muscular de frangos de corte, 1200 pintos (600 machos e 600 fêmeas) receberam rações suplementadas com 50, 100 ou 150 mg kg⁻¹ de cobre como citrato cúprico, ou 200 mg kg⁻¹ de cobre como sulfato cúprico pentahidratado, ou uma dieta controle, não suplementada, em um experimento em blocos casualizados com três repetições e arranjo fatorial de cinco tratamentos e dois sexos. As rações, baseadas em milho e farelo de soja e adequadas em todos os nutrientes (12 mg kg⁻¹ de cobre na dieta controle), e água foram fornecidas à vontade durante o experimento de 42 dias. Não houve efeito ($P>0,05$) de tratamentos nas variáveis ganho de peso, consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade + refugagem (M+R) nos períodos de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias, com valores médios de 0,778 e 1,501 kg para GP, 1,181 e 3,087 kg para CR, 1,540 e 2,060 para CA, 1,42 e 2,08 % para M+R, respectivamente. Ao final do experimento o peso vivo (2,310 kg), o ganho de peso diário (55 g), o fator de produção (282,2), o colesterol no soro sanguíneo (129 mg dL⁻¹) e o colesterol no músculo (55,9 mg 100 mL⁻¹) também não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$). Os machos e as fêmeas tiveram níveis semelhantes de colesterol ($P>0,05$) no soro e no músculo.

Palavras-chave: citrato cúprico, colesterol, frango de corte, promotor de crescimento, sulfato cúprico

HIGH DIETARY COPPER LEVELS ON THE PERFORMANCE AND SERUM AND MUSCLE CHOLESTEROL OF BROILER CHICKEN

ABSTRACT: High copper feeding, is used as a growth promoter of broiler chickens. Performance as well as serum and muscle cholesterol of 1200 broiler chickens (600 male and 600 female) which were fed diets supplemented with 50, 100 or 150 mg copper kg⁻¹ (as cupric citrate), or 200 mg copper kg⁻¹ (as cupric sulfate pentahydrate), or an unsupplemented control diet were determined in an experiment of 5 x 2 complete randomized blocks with 3 replicates (5 treatments and 2 sexes). The feeds, based on corn and soybean meal and adequate in all nutrients (12 mg copper kg⁻¹ in the control diet), and water were supplied ad libitum during the 42 day experimental period. There were no effects ($P>0.05$) of treatments on weight gain (WG), feed intake (FI), feed/gain ratio (F/G) and mortality + culling (M+C) during 1 to 21 or 22 to 42 days; the averages were 0.778 and 1.501 kg for WG, 1.181 and 3.087 kg for FI, 1.540 and 2.060 for F/G and 1.42 and 2.08% for M+C, respectively. At the end of the trial the liveweight (2.310 kg), the average daily gain (55 g), the production index (282.2), the serum cholesterol (129 mg dL⁻¹) and breast muscle cholesterol (55.9 mg 100 g⁻¹) were not affected by treatments either ($P>0.05$). Male broilers were superior to the females ($P<0.05$) in the performance traits (liveweight 2.530 vs 2.090 kg; F/G 1.85 vs 1.90), but the cholesterol levels in serum and muscle were similar across sexes ($P>0.05$).

Key words: broiler chickens, cholesterol, copper sulfate, cupric citrate, growth promoter

INTRODUÇÃO

A suplementação com níveis elevados de cobre, como promotor de crescimento, nas dietas de frangos de corte constitui uma alternativa interessante aos aditivos usualmente utilizados. Os níveis de cobre sugeridos como tendo efeito promotor de crescimento (125 a 250 mg Cu kg⁻¹) são muito mais elevados que os 8 mg Cu kg⁻¹ necessários para atender as exigências nutricionais (NRC, 1994). O sulfato cúprico pentahidratado é a fonte de cobre mais usada na indústria de rações. Além disso, o sulfato cúprico tem sido utilizado há muitos anos na avicultura no

tratamento de enterites e vários tipos de micoses (Schaible, 1970).

Outras fontes de cobre têm sido pesquisadas: Hoda & Maha (1995) avaliaram a eficiência do cobre como promotor de crescimento em dietas para frangos de corte nas formas de carbonato cúprico, óxido cúprico e sulfato cúprico, empregando níveis de 75 e 150 mg kg⁻¹. Os autores observaram que ambos os níveis de suplementação de carbonato cúprico e 150 ppm de sulfato cúprico aumentaram significativamente o ganho de peso e melhoraram a conversão alimentar, enquanto que o óxido cúprico não apresentou efeito promotor de crescimento.

Mais recentemente, o citrato cúprico foi estudado como promotor de crescimento de frangos de corte em uma série de trabalhos na Universidade da Georgia (Pesti & Bakalli, 1996; Ewing et al., 1998). Os autores observaram que utilizando citrato cúprico como promotor de crescimento na ração, aos níveis de 63 ou 75 mg Cu kg⁻¹, ele apresentou-se mais eficiente pois proporcionou um melhor desempenho das aves quando comparado ao sulfato cúprico pentahidratado, empregado nos níveis de 125 e 250 mg Cu kg⁻¹. Ewing et al. (1998) também utilizaram oxicloreto de cobre, relatando que as formas sulfato cúprico e oxicloreto de cobre aumentaram em 4,9% o ganho de peso, enquanto que o citrato cúprico aumentou em 9,1%. Como a disponibilidade de Cu na maior parte das fontes é baixa (McDowell, 1992), Pesti & Bakalli (1996) propuseram que a maior eficácia do citrato cúprico é devida a sua maior absorção.

Um outro aspecto que tem sido estudado é o efeito do cobre sobre o metabolismo de lipídios e a concentração de colesterol no organismo. Bakalli et al. (1995) demonstraram que a deficiência de cobre causou hipercolesterolemia e que a suplementação de 250 mg de Cu kg⁻¹ de ração de frangos de corte, como sulfato cúprico, promoveu a redução do colesterol total do plasma (~26%), o aumento do HDL colesterol (~11%), a redução dos triglicerídios no plasma (~43%), a redução da glutatona no sangue (~40%) e a redução do colesterol do músculo do peito (~27%). Pesti & Bakalli (1996) obtiveram reduções do colesterol plasmático e do músculo do peito ainda maiores com o uso de citrato cúprico, mesmo com níveis mais baixos de Cu, quando comparado com o sulfato cúprico. Konjufca et al. (1997) relataram reduções do colesterol dos músculos do peito e da coxa em 24% e 22%, respectivamente, quando as rações continham alto nível de cobre.

Brainer (1998) avaliou a eficiência do cobre como promotor de crescimento de frangos de corte, suplementando cobre nas rações nos períodos de 1-42 dias, 1-21 dias e 22-42 dias, nas formas de citrato cúprico (75 mg Cu kg⁻¹) e sulfato cúprico pentahidratado (200 mg Cu kg⁻¹). A autora não verificou efeito significativo do cobre suplementar sobre o desempenho, nem diferenças entre as duas formas de cobre utilizadas.

O presente estudo foi realizado para avaliar o efeito promotor de crescimento de níveis crescentes de citrato cúprico em comparação ao sulfato cúprico pentahidratado nas rações de frangos de corte, bem como o efeito dessas fontes de cobre sobre a concentração de colesterol no músculo do peito e no plasma.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em um aviário contendo 30 parcelas, usando maravalha como material de cama. O aquecimento foi feito com lâmpadas infravermelhas; os comedouros eram do tipo tubular e os bebedouros eram do tipo pendular. Foram utilizados 1200 pintos de corte de um dia de idade, da linhagem Hubbard-Peterson, sendo 600 machos e 600 fêmeas, alojados em

grupos de 40 aves sexadas por parcela. Ração e água foram fornecidas à vontade e a iluminação foi constante.

Os tratamentos realizados foram: (1) CONT (controle negativo) = Dieta basal (DB) adequada em todos os nutrientes e contendo 12 mg de Cu suplementar/kg de ração; (2) CITR. 50, (3) CITR. 100 e (4) CITR. 150 = DB suplementada com 50, 100 e 150 mg Cu kg⁻¹ de ração, respectivamente, na forma de citrato cúprico e (5) SULF. 200 (controle positivo) = DB suplementada com 200 mg Cu kg⁻¹ de ração, na forma de sulfato cúprico pentahidratado.

As rações das fases inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias) foram formuladas de acordo com Rostagno et al. (1994) e estão apresentadas na TABELA 1. As fontes de cobre adicionadas às rações foram o citrato cúprico anidro, contendo 37,38% de cobre e o sulfato cúprico pentahidratado, contendo 25,0% de cobre.

TABELA 1 - Composição percentual e valores calculados das dietas basais.

Ingredientes	Rações		
	Inicial	Crescimento	Final
	----- % -----		
Milho	57,320	62,455	64,820
Farelo de soja	36,535	32,046	29,429
Óleo vegetal	2,298	2,053	2,388
Fosfato bicálcico	1,953	1,739	1,754
Calcário calcítico	1,123	1,024	1,039
DL-metionina 99	0,161	0,123	0,110
Sal	0,300	0,300	0,300
Cloreto de colina 60%	0,080	0,040	0,020
Suplem. vitamínico ^a	0,120	0,100	0,080
Suplem. mineral ^b	0,060	0,060	0,060
Anticoccidiano	0,050 ^c	0,060 ^d	-
Valores calculados			
Energ. met. (kcal kg ⁻¹)	3.000	3.050	3.100
Proteína bruta (%)	21,6	20,0	19,0
Metionina (%)	0,495	0,436	0,410
Metionina + cistina (%)	0,850	0,770	0,730
Lisina (%)	1,100	0,993	0,929
Cálcio (%)	1,00	0,90	0,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,41	0,41

^aCada kg do suplem. vitamínico contém: vit. A, 10.000.000 UI; vit. D₃, 2.000.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. K₃, 3.000 mg; vit. B₁, 2.000 mg; vit. B₂, 6.000 mg; vit. B₆, 4.000 mg; vit. B₁₂, 15.000 mcg; ác. nicotínico, 50.000 mg; ác. pantotênico, 12.000 mg; biotina, 100 mg; ác. fólico, 1.000 mg; selênio, 250 mg; veículo q.s.p., 1.000 mg.

^bCada kg do suplem. mineral contém: cobalto, 2.000 mg; iodo, 2.000 mg; manganês, 16.000 mg; ferro, 100.000 mg; cobre, 20.000 mg; zinco, 100.000 mg.

^cCada 1.000 g de anticoccidiano contém: maduramicina 7,5 g; nicarbazina 80 g; veículo q.s.p., 1000 g.

^dCada 1.000g de anticoccidiano contém: lasalocida sódica 150 g; veículo q.s.p., 1.000 g.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 2, constituído de 5 dietas e 2 sexos, com 3 repetições.

Semanalmente foram feitas pesagens das aves e das rações consumidas no período, sendo determinadas as variáveis, ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade + refugagem (M+R). Essas variáveis foram calculadas para os períodos de 1-21 dias, 22-42 dias e 1-42 dias de idade. O peso vivo (PV), o ganho de peso diário (GPD) e o fator de produção (FP) foram calculados para o período total do experimento.

Ao final do experimento, logo após a pesagem das aves, foi escolhida uma ave representativa da média da parcela para a coleta de sangue; uma amostra de aproximadamente 3 mL de sangue foi retirada da veia ulnar em seringa descartável, sendo usada agulha 25 x 7, transferida para tubo sem qualquer anticoagulante, mantida em gelo e centrifugada para retirada do soro. As mesmas aves foram abatidas por deslocamento cervical, sem jejum prévio, sendo o músculo do peito retirado, mantido em gelo e em seguida congelado. O colesterol no soro sanguíneo (CoS.) foi determinado em laboratório de análises clínicas, sendo usado o Teste Colorimétrico Enzimático Hitachi-911. O colesterol no músculo (CoC.) foi determinado no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) através de Cromatografia Líquida de Alta Eficácia, segundo o método de Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1992).

Os resultados foram analisados utilizando o Programa SAS (Statistical Analyses System) de análises estatísticas. Os dados de desempenho (GP, CR, CA e M+R) foram submetidos à análise da variância nos períodos de 1 a 21 dias, de 22 a 42 dias e no período total de 1 a 42 dias. Suas médias foram comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Os resultados de PV, CoS., CoC., GPD e FP foram obtidos apenas aos 42 dias, e foram submetidos às mesmas análises estatísticas empregadas para os resultados de desempenho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença ($P>0,05$) entre as médias das variáveis GP, CR e CA para o fator tratamento, indicando que a suplementação de níveis elevados de citrato cúprico ou de sulfato cúprico pentahidratado não tiveram efeito sobre o desempenho das aves (TABELA 2). Os resultados de M+R foram baixos (média de 1,42%), não sendo afetados pelos tratamentos ($P>0,05$, dados não apresentados).

Quando analisado o efeito de sexo, houve diferença ($P<0,05$) entre as médias das variáveis GP, CR e CA. Porém, este resultado já era esperado, uma vez que é conhecido que os machos têm melhor desempenho do que as fêmeas. Para a variável M+R não houve diferença entre sexos ($P>0,05$).

Não houve diferença ($P>0,05$) entre as médias das variáveis GP, CR e CA para o fator tratamento, indicando

que os níveis elevados de citrato cúprico assim como de sulfato cúprico pentahidratado não tiveram efeito sobre o desempenho das aves (TABELA 3). Neste período, os resultados de M+R foram de 2,08%, em média, não havendo efeito de tratamentos ($P>0,05$, dados não apresentados).

Assim como no período anterior, quando analisado o efeito de sexo, houve diferença ($P<0,05$) entre as médias das variáveis GP, CR e CA, indicando o desempenho superior dos machos, mas não houve diferença ($P>0,05$) para a variável M+R.

TABELA 2 - Efeito dos tratamentos sobre as variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 1 a 21 dias da criação das aves.

Tratamentos	Sexo	----- kg -----		
		GP	CR	CA
CONTR.	fêmea	0,72 1 ^a	1,12 1 ^a	1,55 5 ^a
	macho	0,82 5 ^b	1,23 7 ^b	1,50 0 ^b
CITR. 50	fêmea	0,71 4 ^a	1,12 4 ^a	1,57 4 ^a
	macho	0,82 1 ^b	1,22 5 ^b	1,49 3 ^b
CITR. 100	fêmea	0,71 2 ^a	1,15 3 ^a	1,61 8 ^a
	macho	0,80 8 ^b	1,22 0 ^b	1,50 9 ^b
CITR. 150	fêmea	0,71 6 ^a	1,11 5 ^a	1,55 7 ^a
	macho	0,81 1 ^b	1,23 9 ^b	1,52 7 ^b
SULF. 200	fêmea	0,72 7 ^a	1,12 1 ^a	1,54 2 ^a
	macho	0,82 4 ^b	1,25 5 ^b	1,52 3 ^b
Coef. Var. (%)		1,70	1,69	1,79

^{a, b}Médias seguidas de letra de diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($P<0,05$).

TABELA 3 - Efeito dos tratamentos sobre as variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) no período de 22 a 42 dias da criação das aves.

Tratamentos	Sexo	----- kg -----		
		GP	CR	CA
CONTR.	fêmea	1,32 8 ^a	2,79 4 ^a	2,10 4 ^a
	macho	1,67 9 ^b	3,39 5 ^b	2,02 3 ^b
CITR. 50	fêmea	1,33 7 ^a	2,79 9 ^a	2,09 3 ^a
	macho	1,65 2 ^b	3,36 4 ^b	2,03 6 ^b
CITR. 100	fêmea	1,32 7 ^a	2,80 7 ^a	2,11 6 ^a
	macho	1,68 7 ^b	3,37 9 ^b	2,00 3 ^b
CITR. 150	fêmea	1,34 2 ^a	2,78 0 ^a	2,07 1 ^a
	macho	1,65 2 ^b	3,35 5 ^b	2,03 1 ^b
SULF. 200	fêmea	1,32 2 ^a	2,77 3 ^a	2,09 8 ^a
	macho	1,68 8 ^b	3,42 2 ^b	2,02 8 ^b
Coef. Var. (%)		2,50	1,76	1,42

^{a, b}Médias seguidas de letra de diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Não houve diferença ($P>0,05$) entre as médias das variáveis de desempenho (PV, GP, CR, CA, GPD e FP) para o fator tratamento (TABELA 4), indicando, novamente, que a suplementação das dietas com níveis elevados de cobre não teve efeito sobre o desempenho das aves. Para as variáveis CoLS. e CoIC, quando analisado o efeito de tratamentos, também não foi detectada diferença ($P>0,05$).

Quando analisado o efeito de sexo, houve diferença ($P<0,05$) entre as médias das variáveis PV, GP, CR, CA, GPD e FP, confirmando mais uma vez a diferença de desempenho entre os sexos. Para as variáveis CoLS. e CoIC, não houve diferença entre sexos ($P>0,05$).

Pesti & Bakalli (1996) demonstraram o efeito promotor de crescimento do cobre na ração de frangos de corte e observaram que o citrato cúprico foi mais eficiente em níveis mais baixos que os de sulfato cúprico pentahidratado. Neste trabalho foram utilizados tratamentos muito semelhantes aos do trabalho citado e não foi observada qualquer diferença de desempenho entre os tratamentos nos períodos estudados. Além do efeito sobre o ganho de peso, a conversão alimentar foi melhorada em 5,2% e 7,6% em dois experimentos com altos níveis de cobre desenvolvidos por Ewing et al. (1998); já no presente estudo não foi encontrado efeito sobre a conversão alimentar.

Os índices de desempenho obtidos neste estudo constituem uma evidência de que as condições gerais de criação foram muito boas, provavelmente com baixo desafio microbiano. O PV aos 42 dias (aproximadamente 2,1 kg para fêmeas e 2,5 kg para machos) e a CA (aproximadamente 1,90 para fêmeas e 1,85 para machos) podem ser considerados adequados. A ausência de desafio microbiano pode fornecer uma explicação para a falta de resposta no desempenho das aves suplementadas com níveis

elevados de Cu. Quando o sistema imunológico é estimulado, resulta em alterações metabólicas que diminuem a eficiência de utilização de nutrientes, provavelmente por alteração na absorção ou na taxa metabólica. A interleucina-1 parece ser o mediador mais importante do estresse imunológico. Klasing et al. (1987) demonstraram que os níveis de interleucina-1 aumentaram após um estresse imunológico, e que injeções de interleucina-1 resultaram em redução no crescimento e na eficiência alimentar, além de alterações no metabolismo mineral.

Roura et al. (1992) sugeriram que o grau de higiene do ambiente afeta a ação dos antibióticos, os quais agem efetivamente reduzindo o estresse imunológico, através da diminuição da frequência, da duração e/ou da intensidade do desafio microbiano e, conseqüentemente, da resposta imune. Os autores observaram pequeno efeito positivo do uso de antibióticos como promotores de crescimento em ambientes limpos. Porém, em ambiente com pouca higiene o aumento da taxa de crescimento e da eficiência alimentar, devido aos antibióticos, foi acompanhado pela redução dos níveis de interleucina-1 circulante, o que sugere que os antibióticos reduzem o estresse imunológico. Como a ação promotora de crescimento do cobre e de antibióticos parece ser semelhante, é possível supor que o baixo estresse imunológico neste estudo (proporcionado por longo vazio sanitário e cuidadosa limpeza e desinfecção e evidenciado pelo desempenho adequado) tenha mascarado o efeito promotor de crescimento. Outro parâmetro para avaliar as condições sanitárias do aviário são as taxas de mortalidade + refugagem que podem ser consideradas baixas, sendo estas de apenas 3,5%.

Em outro estudo realizado nas mesmas instalações, Brainer (1998) também atribuiu às ótimas condições higiênicas das instalações o fato de o cobre não expressar sua capacidade promotora de crescimento.

TABELA 4 - Efeito dos tratamentos sobre as variáveis peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), colesterol no soro (CoLS.), colesterol no músculo (CoIC.), ganho de peso diário (GPD) e fator de produção (FP) no período de 1 a 42 dias da criação das aves.

Tratamentos	Sexo	PV	GP	CR	CA	CoLS.	CoIC.	GPD	FP
		----- kg -----				mg dL ⁻¹	mg 100 g ⁻¹	kg	
CONTR.	fêmea	2,089 ^a	2,049 ^a	3,915 ^a	1,911 ^a	127	53,8	0,050 ^a	251,6 ^a
	macho	2,544 ^b	2,503 ^b	4,632 ^b	1,850 ^b	136	57,9	0,060 ^b	316,5 ^b
CITR. 50	fêmea	2,093 ^a	2,051 ^a	3,923 ^a	1,912 ^a	120	53,1	0,050 ^a	247,6 ^a
	macho	2,514 ^b	2,473 ^b	4,589 ^b	1,856 ^b	125	51,6	0,060 ^b	317,2 ^b
CITR. 100	fêmea	2,080 ^a	2,039 ^a	3,960 ^a	1,942 ^a	152	56,4	0,049 ^a	248,5 ^a
	macho	2,536 ^b	2,496 ^b	4,599 ^b	1,843 ^b	113	55,5	0,060 ^b	311,2 ^b
CITR. 150	fêmea	2,100 ^a	2,058 ^a	3,895 ^a	1,893 ^a	138	58,1	0,050 ^a	257,6 ^a
	macho	2,504 ^b	2,464 ^b	4,594 ^b	1,865 ^b	121	56,3	0,060 ^b	303,6 ^b
SULF. 200	fêmea	2,091 ^a	2,049 ^a	3,894 ^a	1,900 ^a	138	59,4	0,050 ^a	257,6 ^a
	macho	2,554 ^b	2,513 ^b	4,678 ^b	1,862 ^b	123	57,6	0,061 ^b	310,3 ^b
Coef. Var. (%)		1,91	1,95	1,48	1,17	12,95	7,97	1,91	3,10

^a, ^bMédias seguidas de letra de diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Neste trabalho, quando analisadas as variáveis ColS. e ColC., os resultados obtidos diferiram daqueles em que foi obtida redução dos níveis de colesterol (Pesti & Bakalli, 1996; Konjufca et al., 1997). Este fato provavelmente pode ser explicado por não ter havido diferença estatisticamente significativa de desempenho entre os tratamentos aplicados. Quando as aves têm maior ganho de peso, isto ocorre devido à maior deposição de proteínas, conseqüentemente há um aumento no tamanho das fibras musculares. É sabido que o colesterol está presente nas membranas. Quando ocorre o aumento da fibra muscular, há uma diminuição da concentração de colesterol por grama de tecido muscular. Uma possibilidade para explicar a ausência de efeito sobre o colesterol é que neste trabalho não houve diferença de desempenho entre os tratamentos aplicados, conseqüentemente também não foi possível identificar diferenças entre os níveis de colesterol no músculo.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão de Auxílio a Pesquisa para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKALLI, R.I.; PESTI, G.M.; RAGLAND, W.L.; KONJUFCA, V. Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens. *Poultry Science*, v.74, p.360-365, 1995.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carnes de frango. *Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo*, v.28, p.122-131, 1992.
- BRAINER, M.M.A. Efeitos de citrato cúprico em diferentes fases de criação como promotor de crescimento de frangos de corte. Piracicaba, 1998. 81p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- EWING, H.P.; PESTI, G.M.; BAKALI, R.I.; MENTEN, J.F.M. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate, cupric sulfate, and copper oxychloride to broiler chickens. *Poultry Science*, v.77, p.445-448, 1998.
- HODA, A.A.; MAHA, M.H. Potency of copper as growth promoter in broiler chickens. *Veterinary Medical Journal*, v.43, p.77-85, 1995.
- KLASING, K.C.; LAURIN, D.E.; PENG, R.K.; FRY, D.M. Immunologically mediated growth depression in chicks: influence of feed intake, corticosterone and interleukin-1. *Journal of Nutrition*, v.117, p.1629-1637, 1987.
- KONJUFCA, V.N.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poultry Science*, v.76, p.1264-1271, 1997.
- McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. cap.8, p.176-204: Copper and molybdenum.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academic Press, 1994. 71p.
- PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. *Poultry Science*, v.75, p.1086-1091, 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras**. Viçosa: UFV, 1994. 59p.
- ROURA, E.; HOMEDES, J.; KLASING, K.C. Prevention of immunologic stress contributes to the growth-permitting ability of dietary antibiotics in chicks. *Journal of Nutrition*, v.122, p.2383-2390, 1992.
- SCHAIBLE, P.J. **Poultry: feeds and nutrition**. Westport: The Avi Publishing, 1970. cap.16, p.250-282: Minerals.

Recebido em 25.11.99