



Níveis nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação

Paulo Cezar Gomes¹, Dalton César Milagres Rigueira², Gladstone Brumano², Luiz Fernando Teixeira Albino¹, Horacio Santiago Rostagno¹, Marlene Schmidt²

¹ Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

² Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO - Com o objetivo de determinar a exigência de zinco (Zn) para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e terminação (43 a 54 dias), dois experimentos foram conduzidos utilizando-se, respectivamente, 288 e 192 aves, metade machos e metade fêmeas. Elaboraram-se duas dietas basais atendendo às exigências nutricionais das aves nas fases estudadas, com exceção dos níveis de Zn, que foram mantidos com deficiência (13,00 e 12,00 ppm, respectivamente). Em ambos os experimentos, foram avaliados níveis de suplementação de Zn, provenientes do óxido de Zn comercial, resultando em um total de 13,0; 38,0; 63,0; 88,0; 113,0; e 138,0 ppm de Zn na dieta para fase de crescimento e 12,0; 37,0; 62,0; 87,0; 112,0; e 137,0 ppm de Zn para a fase de terminação. As variáveis avaliadas foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e concentração de Zn no osso, no fígado e no soro. Não houve efeito significativo dos níveis de Zn sobre as características de desempenho. Os níveis desse mineral na dieta influenciaram a concentração de Zn no soro e no osso das aves na fase de crescimento. Observou-se também efeito de sexo e da interação sexo × níveis de Zn na dieta sobre a concentração de Zn no osso. Na fase de terminação, os níveis de Zn da dieta influenciaram as concentrações no fígado, que foram influenciadas pelo sexo, uma vez que os machos apresentaram maior deposição de Zn no osso e no fígado. A exigência de Zn para frangos de corte na fase de crescimento, considerando a concentração de Zn no osso, é de 82,20 ppm para machos e 85,70 ppm para fêmeas. Para a fase de terminação, os níveis de 25 a 30 ppm de Zn, normalmente presentes em dietas à base de milho e farelo de soja, são suficientes para o adequado desenvolvimento das aves.

Palavras-chave: exigência, fígado, mineral, osso, soro

Zinc nutritional levels for male and female broilers in the growing and finishing phases

ABSTRACT - Two experiments, with 288 and 192 birds, half males and half females, respectively, were carried out to determine the zinc (Zn) requirements for broilers in the growing (from 22 to 42 days) and finishing (from 43 to 54 days) phases. Two basal diets were formulated to meet the birds' nutritional requirements, except for Zn, that was deficient at the levels of 13.0 and 12.0 ppm, respectively. In both experiments it was evaluated Zn supplementation levels, from a commercial Zn oxide, resulting in a total of 13.0, 38.0, 63.0, 88.0, 113.0 and 138.0 ppm Zn in the diet for the growing phase and 12.0, 37.0, 62.0, 87.0, 112.0 and 137.0 ppm Zn in the finishing phase. Weight gain, feed intake, feed:gain ratio and Zn concentration in the bone, liver and serum were the evaluated variables. There was no significant effect of the Zn levels on the performance traits. There was effect of the Zn levels on the Zn concentration in the serum and in the bone in the growth phase. Sex effect and interaction between sex and levels of Zn in the diet were observed on Zn concentration in the bone. In the finishing phase, there was effect of the Zn levels in the diet on the Zn concentration in the liver and there was sex effect with males presented greater Zn deposition in the bone and in the liver. The Zn requirements for broilers in the growth phase, considering the variable Zn in the bone, is 82.20 ppm for the males and 85.70 ppm for the females. In the finishing phase, levels from 25 to 30 ppm, considered normal for corn and soybean meal diets, were sufficient for adequate bird performance.

Key Words: bone, liver, mineral, requirement, serum

Introdução

A avicultura de corte é um dos seguimentos da agropecuária que apresentou os maiores avanços tecnológicos entre as criações animais. Atualmente, fornece grande parte da proteína animal consumida em vários países. Esses avanços tecnológicos foram obtidos nas áreas de melhoramento genético, manejo, sanidade e nutrição. Dentro do contexto nutricional, a suplementação de microminerais em rações para aves frequentemente é feita em quantidades superiores às exigidas na tentativa de assegurar o bom desempenho das aves. Isso ocorre, na maioria das vezes, pelo desconhecimento do nutricionista quanto à real exigência das aves e esses excessos na suplementação geram maiores volumes de resíduos nas fezes, principalmente em áreas de maior concentração animal, podendo levar ao desequilíbrio ambiental.

O zinco participa de funções importantes no organismo animal, principalmente na formação esquelética das aves, e sua deficiência pode acarretar vários problemas, como anormalidades de pernas e dedos. Os microminerais Zn, Mg e Cu estão diretamente associados ao crescimento e ao desenvolvimento do tecido ósseo (Underwood, 1999). O zinco está associado a proteínas e ao tecido esquelético, por isso, é pouco encontrado em lipídios (McDowell, 1992; Underwood & Suttle, 1999). É um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica (0,3%) e atua no equilíbrio ácido-base, no organismo e na calcificação óssea (Leeson & Summers, 2001). A exigência de zinco é afetada, entre outros fatores, pela fonte de proteína, pelo ácido fítico e pelo consumo de cálcio e, em menor proporção, pela fibra, pela gordura, por doença e pela taxa de crescimento (Miller, 1984).

Consta na literatura que os requerimentos nutricionais das aves diferem entre as fases de criação e o sexo. Com os minerais não têm sido diferente, pois ocorre normalmente redução da necessidade de minerais com o avanço da idade dos frangos de corte. Segundo o NRC (1994) e Rostagno et al. (2000), as exigências de zinco para frangos de corte são de 40 e 60 ppm, respectivamente, independentemente da idade e do sexo das aves. É importante que pesquisas sejam desenvolvidas para determinar o que realmente é necessário para o melhor desenvolvimento animal e para evitar contaminação excessiva do ambiente, além dos custos adicionais decorrentes da suplementação mineral inadequada.

Objetivou-se neste estudo determinar a exigência de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, utilizando-se 288 frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias de idade) e 192 na fase de terminação (43 a 54 dias de idade), distribuídos em 48 boxes de bateria metálica. Ambos os experimentos foram realizados em esquema fatorial 6×2 , com 6 níveis de Zn e 2 sexos (macho e fêmea), em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições e 6 e 4 aves/unidade experimental nos experimentos das fases de crescimento e terminação, respectivamente.

As aves foram criadas de acordo com as recomendações de manejo descritas por Gomes et al. (1996), com programa de luz contínuo, com 24 horas de luz (natural + artificial) durante todo o período experimental.

A composição química dos ingredientes das dietas experimentais, bem como da água fornecida aos animais antes e durante a condução dos experimentos, foi determinada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). O óxido de zinco utilizado em ambos os experimentos continha 73% de zinco e análises de amostras de água coletadas antes e durante as fases experimentais indicaram traços do mineral estudado (0,001 ppm).

As dietas basais (fase de crescimento e de terminação) foram elaboradas para atender às exigências nutricionais das aves, de acordo com recomendações de Rostagno et al. (2000), com exceção dos níveis de zinco, que foram mantidos deficientes: 13,00 e 12,00 ppm, respectivamente (Tabela 1).

Os tratamentos consistiram dos níveis de suplementação de zinco, provenientes do óxido de zinco comercial, resultando em um total de 13,0; 38,0; 63,0; 88,0; 113,0; e 138,0 ppm de zinco na dieta para fase de crescimento e 12,0; 37,0; 62,0; 87,0; 112,0; e 137,0 ppm de zinco para a fase de terminação. As pesagens foram feitas no início e ao final dos experimentos para averiguação do ganho de peso, consumo de ração e da conversão alimentar. Ao final dos experimentos, 43 e 54 dias, foram selecionadas 144 e 96 aves, respectivamente, com peso médio do boxe para a coleta de sangue e extração do fígado e da tíbia para determinação da concentração de zinco.

Para coleta de sangue, as aves foram submetidas a jejum forçado com o objetivo de proporcionar mesmo perfil metabólico de zinco no sangue de todos os animais. O jejum obedeceu à seguinte sequência: uma hora de jejum, seguida

de uma hora de alimentação normal, visando fornecer alimento ao mesmo tempo às aves (para que todas elas enchessem o papo); em seguida, iniciou-se a retirada dos comedouros das gaiolas em intervalos de 5 minutos. Quando o comedouro da última gaiola foi retirado, iniciou-se o abate, que seguiu a mesma sequência de retirada dos comedouros e intervalo de tempo citado acima. O sangue foi coletado e dessorado naturalmente e o soro foi transferido para vidrarias adequadas e submetido à análise de concentração de zinco.

As tíbias com as cartilagens adjacentes e livres de tecido muscular e os fígados foram levados a estufa de

ventilação forçada (65°C) por 72 horas, desengordurados em extrator Soxhlet por 8 horas e triturados em moinhos de aço inoxidável. Após cumprir estas etapas, foram pesados em balança analítica e analisada a concentração de zinco. As análises de zinco no osso, no fígado e no soro foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As análises estatísticas das variáveis avaliadas nos dois experimentos foram realizadas de acordo com o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – (UFV, 2001) e as estimativas de exigência de zinco foram feitas mediante o uso de análise de regressão, conforme ajustamento dos dados obtidos para cada variável.

Tabela 1 - Composição percentual e valor nutricional da dieta basal nos períodos de crescimento e terminação

Ingrediente (%)	Fase de crescimento	Fase de terminação
Açúcar	5,000	5,000
Farelo de soja	4,620	5,180
Fosfato bicálcico	1,800	1,610
Glúten de milho	10,000	7,690
Farinha de milho	22,940	30,500
Milho moído	42,578	34,649
Óleo de soja	0,080	2,590
Proteína isolada de soja	10,00	10,000
Calcário	1,020	0,950
Sal	0,425	0,430
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,100	0,100
Antioxidante ³	0,010	0,010
Anticoccidiano ⁴	0,050	0,050
Promotor de crescimento ⁵	0,010	0,010
DL-metionina, 99%	0,170	0,170
Lisina HCL, 78%	0,530	0,413
L-treonina, 98%	0,002	-
L- triptofano , 98%	0,031	0,018
Cloreto de colina, 60%	0,034	0,030
Areia lavada	0,500	0,500
Total	100	100
Composição calculada		
Proteína bruta, %	19,80	18,50
Energia metabolizável, kcal/kg	3100	3200
Fibra bruta, %	1,407	1,262
Ácido linoleico, %	1,067	2,238
Cálcio, %	0,874	0,800
Fósforo disponível, %	0,406	0,365
Sódio, %	0,192	0,192
Zinco, mg/kg	13,000	12,000
Lisina total, %	1,156	1,040
Metionina total, %	0,508	0,462
Metionina + cistina, %	0,825	0,742
Treonina, %	0,701	0,634
Triptofano, %	0,202	0,182

¹ Conteúdo/kg: vit. A – 12.000.000 U.I; vit. D3 – 3.600.000 U.I; vit.B1 – 2.500 mg; vit. B2 – 8.000 mg; vit. B6 – 5.000 mg; ácido pantotênico – 12.000 mg; biotina – 200 mg; vit. K3 – 3.000 mg; ácido fólico – 1.500 mg; ácido nicotínico – 40.000 mg; vit. B12 – 20.000 mcg; selênio – 150 mg; veículo,q.s.p – 1.000 g.

² Conteúdo/kg: ferro – 50,0 g; cobre – 8,5 g; manganês – 70,0 g; cobalto – 0,2 g; iodo – 1,0 g; selênio – 0,10 g; Veículo q.s.p – 1.000 g.

³ Hidroxitolueno butilado (BHT).

⁴ Coxistac – salinomicina 12%.

⁵ Avilamicina 10%.

Resultados e Discussão

Anormalidades nas pernas e nos dedos dos frangos foram raras e distribuídas ao acaso entre os níveis de zinco e não podem ser atribuídas a efeitos dos níveis de Zn das dietas.

Os níveis de zinco não tiveram efeito significativo ($P>0,05$) sobre o ganho de peso, consumo de ração e a conversão alimentar das aves (Tabela 2). Esses resultados foram semelhantes àqueles obtidos por Leeson & Summers (1982), Bertechini et al. (1992), Nobre et al. (1993) e Underwood (1977). No entanto, houve efeito de sexo ($P<0,01$), uma vez que os machos consumiram 7,37% a mais de ração, ganharam 13,72% a mais de peso e apresentaram conversão alimentar 6,14% melhor que a das fêmeas.

Não se observou interação sexo \times níveis de zinco na dieta ($P>0,05$), logo esses fatores agem de forma independente sobre as características de desempenho. Os níveis de Zn tiveram efeito na concentração de Zn no osso ($P<0,01$) (Tabela 3), resultados semelhantes aos obtidos por Teixeira (1994). Trabalhando com níveis de Zn para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, Beterchini et al. (1992) observaram que os resultados de análise de Zn na tíbia são o melhor critério de avaliação das exigências desse mineral e que as maiores deposições no osso foram obtidas com as dietas contendo 80 e 90 ppm de Zn.

A tíbia de aves tem sido amplamente usada em experimentos para determinar as exigências nutricionais e a biodisponibilidade de minerais de fontes orgânicas (Fialho, 1991) e inorgânicas (Ledoux et al., 1989; Wedekind & Baker, 1990; Ledoux et al., 1991; Nobre et al., 1993). Portanto, considerando a importância do zinco no desenvolvimento ósseo, a concentração de zinco no osso (tíbia) utilizada para

estimar a exigência desse mineral é viável, embora vários autores (Rostagno et al., 2000; Gomes et al., 1996), em pesquisa com minerais para frangos de corte, tenham observado que a exigência para melhorar esses parâmetros ósseos é maior que para melhorar as características de desempenho.

O sexo influenciou ($P < 0,01$) a concentração de zinco no osso, uma vez que os machos depositaram 10,87% a mais de zinco que as fêmeas. A carência de estudos sobre níveis de zinco para frangos de corte das linhagens atuais associando-os à formação óssea, não permite maiores comparações e denota a necessidade de mais pesquisas nessa área.

Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 dias de idade mantidos com dietas com diversos níveis de zinco

Nível de zinco (ppm)	Sexo	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar (g:g)
13,0	Macho	1694,6	3049,0	1,80
38,0	Macho	1630,2	2939,0	1,80
63,0	Macho	1626,3	2928,0	1,80
88,0	Macho	1615,9	2906,0	1,80
113,0	Macho	1738,1	3061,0	1,76
138,0	Macho	1697,3	3069,0	1,81
Média		1667,1a	2991,9a	1,79b
13,0	Fêmea	1503,7	2828,0	1,88
38,0	Fêmea	1458,2	2781,0	1,91
63,0	Fêmea	1457,0	2803,0	1,92
88,0	Fêmea	1457,7	2766,0	1,90
113,0	Fêmea	1448,7	2758,0	1,90
138,0	Fêmea	1470,7	2783,0	1,89
Média		1466,0b	2786,5b	1,90a
Níveis de zinco		ns	ns	ns
Sexo		**	**	**
Sexo × nível de zinco		ns	ns	ns
CV (%)		4,71	3,38	2,34

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.

** ($P < 0,01$); ns ($P > 0,01$) pelo teste F.

CV – coeficiente de variação.

Tabela 3 - Concentração de zinco no osso, fígado e no soro de frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 dias de idade mantidos com dietas com diversos níveis de zinco

Nível de zinco (ppm)	Sexo	Concentração de zinco (ppm)		
		Osso (ppm)	Fígado (ppm)	Soro (ppm)
13,0	Macho	151,72	78,80	1,75
38,0	Macho	167,93	73,38	2,06
63,0	Macho	180,91	72,90	2,37
88,0	Macho	172,46	73,58	2,50
113,0	Macho	165,69	66,91	2,40
138,0	Macho	166,70	77,18	2,18
Média		167,56a	73,79a	2,21a
13,0	Fêmea	103,37	78,82	1,63
38,0	Fêmea	168,15	78,27	2,50
63,0	Fêmea	154,77	76,57	2,50
88,0	Fêmea	176,64	76,49	2,44
113,0	Fêmea	153,68	72,40	2,69
138,0	Fêmea	150,20	83,73	2,62
Média		151,13b	77,71a	2,40a
Níveis de zinco		**	ns	**
Sexo		**	ns	ns
Sexo × nível de zinco		ns	ns	ns
CV (%)		3,40	4,00	15,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.

** ($P < 0,01$); ns ($P > 0,01$) pelo teste F.

CV – coeficiente de variação.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de zinco sobre a concentração desse mineral no fígado. Nobre et al. (1993) também não encontraram diferença significativa na concentração de zinco no fígado e concluíram que esse órgão é menos sensível às variações nos níveis de zinco na dieta.

Os níveis de zinco influenciaram sua concentração no soro ($P<0,01$). Para essa variável, a exigência de zinco foi de 96,65 ppm. Segundo Lowe et al. (1991), o nível de zinco no soro sanguíneo é frequentemente utilizado para avaliar a concentração de zinco do organismo, mas, para o animal em estado de estresse, pode ocorrer redução na concentração de zinco do soro, não associada à deficiência de zinco na dieta, por isso, esse não é um bom parâmetro para medir a exigência de zinco, uma vez que não é influenciado apenas pelo aporte da dieta. King (1990) sugeriu uma técnica comprovadamente satisfatória na qual são medidos simultaneamente os teores de zinco e de metalotioneína no

plasma, que, analisados simultaneamente se tornam, talvez, bastante úteis em pesquisas com zinco.

Os valores de exigência em zinco obtidos considerando a variável zinco no osso foram de 82,20 ppm para os machos e de 85,70 ppm para as fêmeas (Tabela 4). Com isso, considerou-se a variável zinco no osso para estimar a exigência de zinco para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 dias de idade.

Não houve efeito significativo dos níveis de zinco ($P>0,05$) sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar das aves (Tabela 5) na fase de 22 a 42 dias de idade. Resultados semelhantes foram obtidos por Leeson & Summers (1982), que usaram cinco níveis de zinco suplementar (50, 100, 200, 400 e 800 ppm) em dietas para frangos de corte, e não encontraram diferenças no desempenho das aves. Por outro lado, Bertechini et al. (1992) observaram que altos níveis de zinco (0 a 150 ppm), para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade promoveram

Tabela 4 - Sumário das análises de determinação das exigências de zinco estimadas pelo modelo quadrático para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Modelo quadrático				
Variável	Equação ajustada	Exigência de zinco	r ²	SQD
Zinco no osso, machos	$\hat{Y} = 145,978 + 0,7280**N - 0,004428**N^2$	82,20	0,74	120,42
Zinco no osso, fêmeas	$\hat{Y} = 92,60 + 1,8591**N - 0,010846**N^2$	85,70	0,73	880,75
Zinco no soro (ppm)	$\hat{Y} = 1,50388 + 0,022016**N - 0,0001139**N^2$	96,65	0,95	0,0266

** ($P<0,01$); * ($P<0,05$) pelo teste F

Ex - exigência de zinco; SQD - Soma de quadrado dos desvios; ZnO - Zinco no osso; ZnS - Zinco no soro.

Tabela 5 - Desempenho de frangos de corte machos e fêmeas de 43 a 54 dias de idade mantidos com dietas com diversos níveis de zinco

Nível de zinco (ppm)	Sexo	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar (g:g)
12,0	Macho	890,31	2021,87	2,33
37,0	Macho	883,44	2068,25	2,34
62,0	Macho	893,11	2106,56	2,36
87,0	Macho	1005,94	2241,25	2,23
112,0	Macho	935,31	2073,75	2,22
137,0	Macho	935,00	2155,62	2,33
Média		923,85a	2111,21a	2,30a
12,0	Fêmea	856,17	2021,87	2,36
37,0	Fêmea	857,81	1897,50	2,21
62,0	Fêmea	887,81	2020,00	2,28
87,0	Fêmea	936,89	2173,12	2,32
112,0	Fêmea	856,24	2023,12	2,36
137,0	Fêmea	930,52	2019,56	2,19
Média		887,57a	2025,86a	2,28a
Nível de zinco		ns	ns	ns
Sexo		ns	ns	ns
Sexo × nível de zinco		ns	ns	ns
CV (%)		9,00	8,50	10,50

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.

** ($P<0,01$); ns ($P>0,01$) pelo teste F.

CV - coeficiente de variação.

melhor ganho de peso. Teixeira et al. (1994), trabalhando com frangos de corte até aos 21 dias de idade mantidos com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas em cinco níveis de zinco (0, 30, 60, 90 e 120 ppm), encontraram efeito quadrático somente para deposição de zinco nas tíbias e definiu a exigência de zinco suplementar (44 ppm) com base neste parâmetro.

Não houve interação sexo \times nível de zinco na dieta ($P>0,05$), portanto, esses fatores agem de forma independente sobre as características de desempenho. Os frangos machos ganharam mais peso (4,09%), consumiram mais ração (4,21%) e apresentaram melhor conversão alimentar (0,88%) que as fêmeas. Os níveis de zinco também não tiveram efeito ($P>0,05$) sobre as concentrações de zinco no osso e no soro, o que justifica a ausência de anormalidades ósseas (Tabela 6). Dewar et al. (1983) encontraram resultados semelhantes.

Os níveis de zinco tiveram efeito significativo ($P<0,01$) sobre a concentração de zinco no fígado (Tabela 6). Nobre et al. (1993) também observaram em aves acúmulos de zinco no fígado quando forneceram dietas com níveis crescentes desse mineral. Nesta pesquisa, os machos apresentaram maior deposição de zinco ($P<0,01$) no osso e no fígado em comparação às fêmeas, semelhante aos resultados encontrados por Teixeira (1994).

Não foi observado efeito da interação sexo \times nível de Zn na dieta ($P>0,05$), o que comprova que esses fatores atuam de forma independente sobre estas variáveis.

A exigência de Zn, ajustada pelo modelo linear para zinco no fígado, foi de 137,0 ppm (Tabela 7). Esse resultado indica que os níveis estudados não foram suficientes para atender o requerimento nutricional de zinco para frangos de corte nesta fase e que é necessário maior nível para suprir a exigência. Por outro lado, Nobre et al. (1993) relataram que esse órgão acumula zinco e que a quantidade acumulada neste órgão está prontamente disponível para ser utilizada caso o animal necessite. Assim, o fígado não é uma boa variável para determinar a exigência desse mineral.

Considerando que os níveis de zinco não influenciaram as características de maior interesse econômico (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) nem a deposição de zinco nos ossos e as demais variáveis estudadas, e que o fígado acumula o excesso de zinco fornecido nas dietas, os níveis de Zn de 25 a 30 ppm, normalmente presentes em dietas práticas à base de milho e farelo de soja, são suficientes para o desenvolvimento animal, o que dispensa a suplementação desse mineral em rações para frangos de corte machos e fêmeas de 43 a 54 dias de idade.

Tabela 6 - Concentração de zinco no osso, no fígado e no soro de frangos de corte machos e fêmeas de 43 a 54 dias de idade alimentados com rações com diversos níveis de zinco

Nível de zinco (ppm)	Sexo	Osso (ppm)	Fígado (ppm)	Soro (ppm)
13,0	Macho	151,72	78,80	1,75
12,0	Macho	141,72	105,12	1,89
37,0	Macho	172,93	114,26	2,09
62,0	Macho	180,91	133,91	2,18
87,0	Macho	172,45	141,91	2,06
112,0	Macho	170,69	156,16	2,36
137,0	Macho	166,69	170,53	2,01
Média		167,56a	136,98a	2,10a
12,0	Fêmea	103,37	101,36	1,87
37,0	Fêmea	168,15	108,31	2,28
62,0	Fêmea	154,76	130,82	2,09
87,0	Fêmea	176,64	143,57	2,28
112,0	Fêmea	153,68	156,62	2,34
137,0	Fêmea	150,20	159,95	2,09
Média		160,12b	133,44b	2,16a
Níveis de Zn		ns	**	ns
Sexo		**	**	ns
Sexo \times níveis de zinco		ns	ns	ns
CV (%)		3,20	6,00	14,50

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

** ($P<0,01$); ns ($P>0,05$) pelo teste F.

CV - coeficiente de variação.

Tabela 7 - Exigências de zinco estimadas pelo modelo linear para frangos de corte de 43 a 54 dias de idade

Variável	Modelo linear			
	Equação ajustada	Ex.	r ²	SQD
ZnF (ppm)	Y = 96,41 + 0,5208**N	137,0	0,88	3094,54

** (P<0,01) pelo teste F.

Ex – exigência de zinco.

SQD – soma de quadrado dos desvios.

ZnF – zinco no fígado.

Conclusões

Para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, as exigências de zinco são de 82,20 e 85,70 ppm para machos e fêmeas, respectivamente. Os níveis de zinco de 25 a 30 ppm, normalmente presentes em dietas práticas à base de milho e farelo de soja, são suficientes para atender às necessidades desse mineral em frangos de corte de ambos os sexos no período de 43 a 54 dias de idade.

Literatura Citada

- BERTECHINI, A.G.; HOSSAIN, S.M.; NOBRE, P.T. Efeito de vários níveis de zinco no desempenho e composição mineral do tecido em frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.324.
- DEWAR, W.A.; WIGHT, P.A.L.; PEARSON, R.A. et al. Toxic effects of high concentration of zinc oxide in the diet of the chicks and laying hen. **British Poultry Science**, v.24, p.397-404, 1983.
- FIALHO, F.B. **Técnica de slope ratio na determinação de biodisponibilidade de nutrientes**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 155p.
- GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. **Criação de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. (Informe técnico, 78).
- KING, J.C. Assessment of zinc status. **Journal of Nutrition**, v.120, p.1474-1479, 1990.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Effect of high dietary levels of supplemental zinc, manganese, copper or iron on broiler performance to three weeks of age and accumulation of these minerals in tissue and excreta. **Nutrition Reports International**, v.25, p.591-599, 1982.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chickens**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LEDOUX, D.R.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. et al. Effect of dietary copper on tissue mineral composition as an estimate of copper bioavailability in broiler chicks. **Nutrition Reports International**, v.39, p.1117-1126, 1989.
- LEDOUX, D.R.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. et al. Estimation of the relative bioavailability of inorganic copper sources for chicks using tissue uptake of copper. **Journal of Animal Science**, v.69, p.215-222, 1991.
- LOWE, N.M.; BREMER, I.; JACKSON, M.J. Plasma 65Zn kinetics in the rat. **British Journal of Nutrition**, v.65, p.445-455, 1991.
- McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academy Press, 1992. 524p.
- MILLER, W.J. Proper mineral balance improves livestock performance. **Feedstuffs**, v.56, p.26, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- NOBRE, P.T.C.; HOSSAIN, S.M.; VALE, R.A. Biodisponibilidade do carbonato e óxido de zinco para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1993. p.28.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 186p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- TEIXEIRA, A.S. **Exigências nutricionais de zinco e sua biodisponibilidade em sulfato e óxido de zinco para pintos de corte**. 1994. 115f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.
- UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Wallingford: CABI, 1999. 614p.
- UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4.ed. New York: Academic Press, 1977. 545p.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Penicuik, Edinburgh: Foundation for Animal Health and Welfare, 1999. 624p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para análise estatística e genética - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2001. 150p.
- WEDEKIND, K.J.; BAKER, D.H. Zinc bioavailability in feed-grade sources of zinc. **Journal of Animal Science**, v.68, p.684-689, 1990.