

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE ZINCO E DE VITAMINA E

A.L.S.P. Cardoso¹, R. de Albuquerque², E.N.C. Tessari¹

¹Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola, Rua Bezerra Paes, 2278, CEP 13690-000, Descalvado, SP, Brasil. E-mail: alsppcardoso@terra.com.br

RESUMO

Este experimento objetivou avaliar o efeito da suplementação de diferentes níveis isolados e associados de vitamina E (Vit E) (0, 12 e 120 mg/kg) e do zinco (Zn) (0, 40 e 400 mg/kg) na dieta sobre o desempenho de frangos de corte até 42 dias de idade. Foram alojados 1.440 pintos de um dia, em 36 boxes com 40 aves cada (metade de cada sexo). A ração e a água foram fornecidas *ad libitum*. Os frangos receberam dieta inicial (1 a 21 dias), de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 3, com 9 tratamentos e 4 repetições. O aumento da suplementação de Zn na dieta dos frangos resultou em melhoria significativa ($p < 0,05$) no ganho médio de peso vivo nas fases inicial e de crescimento e no período total de criação. O consumo de ração pelos frangos foi influenciado pelos níveis de Zn utilizados em todas as fases e no período total de criação dos frangos, observando-se diminuição da ingestão alimentar nos frangos que receberam 400 mg/kg de Zn, exceto na fase final de criação. Os tratamentos utilizados não influenciaram a conversão alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Vitamina E, zinco, desempenho, frangos de corte.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF BROILERS RECEIVING DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF ZINC AND VITAMIN E. This study evaluated the influence of different dietary supplementation levels of vitamin E (Vit E) (0, 12 and 120 mg/kg) and zinc (Zn) (0, 40 and 400 mg/kg) on the performance of broilers during their first 42 days. A total of 1,440 1-day chicks were distributed in 36 floor pens containing 40 birds each (half of each sex). Broilers had free access to feed and water at all time. The broilers were fed start diet (days 1 to 21), growing diet (days 22 to 35) and final diet (days 36 to 42). A completely randomized 3 x 3 factorial design was used, with 9 treatments and 4 replicates. The increase of the supplementation of zinc in the diet of the broilers resulted in significant improvement ($p < 0.05$) in the average gain of live weight of the chickens in the initial and growth phases and in the total period of raising. The feed consumption for the chickens was influenced by the levels of zinc used in all of the phases and in the total period of raising of the chickens, there being observed a decrease in the feed consumption of the chickens that received 400 mg/kg of Zn, except in the final phase of raising. The treatments studied did not influence the gain feed ratio.

KEY WORDS: Vitamin, zinc, performance, broilers.

INTRODUÇÃO

A sanidade das aves tem profundas implicações para a indústria avícola, devido aos desafios associados com as práticas de produção intensiva, envolvendo as variáveis de manejo, de genética e de nutrição. Como os problemas sanitários podem afetar desempenho em lotes de frangos de corte, normalmente, estes recebem ração com alguns nutrientes em níveis acima das necessidades para um ótimo crescimento.

As concentrações de zinco (Zn) e de vitamina E (Vit E) requeridas na dieta para manter a saúde e a produtividade são afetadas pelo estado fisiológico dos animais (FERKET, 1999).

O NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994) recomenda um nível de 40 ppm de Zn, e de 12 mg de Vit E/kg da dieta para frangos de corte. No entanto, a suplementação de maiores níveis de Vit E é citada com o objetivo de maximizar a resposta imunológica (COLNAGO *et al.*, 1984; TENDERDY; NOCKELS, 1973).

²Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, SP, Brasil.

O Zn tem papel fundamental em várias rotas metabólicas essenciais para o crescimento e a vida, é co-fator de muitas enzimas, como a lactato desidrogenase, fosfatase alcalina e anidrase carbônica (MAIORKA; MACARI, 2002). O uso do Zn orgânico é uma estratégia que pode beneficiar o desempenho das aves (matrizes, poedeiras e frangos de corte) na medida em que participa da estrutura de cerca de 160 enzimas (metaloenzimas) em diferentes espécies animais, maximizando as respostas aos desafios encontrados a campo (KIDD *et al.*, 1996). O Zn fornecido em uma molécula orgânica estável no sistema digestivo do animal e eficientemente absorvida é capaz de aumentar os níveis circulantes deste mineral. Um nível mais adequado de Zn no sangue influencia de vários modos o desempenho das aves, tornando a resposta imunológica mais efetiva e mais prolongada (JORGENSEN; DARI, 2000).

A Vit E é um micronutriente essencial para humanos e para muitos animais (SCHÜEPF; RETTENMAIER, 1994), está presente em todas as membranas celulares, lipoproteínas do plasma e células sanguíneas, pertence à classe de antioxidantes lipossolúveis (HALLIWELL; ARUOMA, 1997), sendo o α -tocoferol o mais reativo dos tocoferóis e atua como melhor antioxidante, quando comparado com seus homólogos β , δ e γ -tocoferol (MCDOWELL, 1989). Os efeitos da Vit E são usualmente ligados aos níveis de selênio. A carência de Vit E e selênio em pintos está relacionada à diátese exudativa e distrofia muscular e encefalomalácea (COMBS, 1991; LEESON; SUMMERS, 2001).

Os resultados obtidos por BETTGER *et al.* (1980) indicaram que algumas patologias associadas com deficiência de Zn podem ser prevenidas por altos níveis de antioxidante nas dietas, e que a Vit E foi o mais potente protetor contra a deficiência de Zn, assim mostrando uma significativa interação fisiológica entre a Vit E e Zn suplementados na ração de frangos de corte. Em experimento conduzido por DOWNS *et al.* (2000), verificou-se que a interação do Zn e da Vit E apresentou um efeito aditivo, e concluíram que seu uso melhora o desempenho das aves.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes níveis de inclusão de Zn e de Vit E e suas interações nas rações sobre o desempenho de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no aviário experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, em Pirassununga, SP. Foram utilizados 1.440 pintos de um dia de idade, com peso médio de 47,03 g e da linhagem comercial Hybro. As aves foram alojadas em 36 boxes com 40 aves cada (20 machos e 20 fêmeas), em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 3, constituído de 9 tratamen-

tos com 4 repetições. O período experimental teve a duração de 42 dias. O manejo usado, bem como os equipamentos, foram os convencionalmente utilizados para a criação de frangos de corte, com as devidas adaptações para um aviário experimental.

As exigências nutricionais utilizadas para a formulação das dietas foram baseadas nas recomendações do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994), e ajustadas para terem os níveis de Zn e de Vit E desejados. As rações basais experimentais foram elaboradas à base de milho e de farelo de soja, sendo isoprotéicas e isocalóricas; suas fórmulas assim como os níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para cada uma das fases de criação: inicial (1 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 35 dias de idade) e final (36 a 42 dias de idade) podem ser observadas na Tabela 1. Utilizaram-se 3 níveis (0, 40 e 400 mg/kg) de incorporação de Zn (carboaminofosfoquelato de Zn) às rações e 3 níveis (0, 12 e 120 mg/kg) de Vit E (DL 2 acetato de tocoferol). Os tratamentos foram definidos de acordo com os níveis de Zn e de Vit E suplementados na dieta: 1) 0 de Zn e de Vit E, 2) 40 mg de Zn, 3) 400 mg de Zn, 4) 12 mg de Vit E, 5) 40 mg de Zn e 12 mg de Vit E, 6) 400 mg de Zn e 12 mg de Vit E, 7) 120 mg de Vit E, 8) 40 mg de Zn e 120 mg de Vit E e 9) 400 mg de Zn e 120 mg de Vit E/kg de ração. As rações experimentais e a água foram fornecidas para as aves *ad libitum* durante toda a fase de criação.

Tabela 1 - Composição porcentual e análise calculada das rações basais nas diferentes fases de criação.

Ingredientes	Ração inicial	Ração crescimento	Ração final
	%	%	%
Milho	52,26	57,11	63,70
Farelo de soja	40,13	34,00	28,00
Óleo de soja	3,52	4,90	4,50
Sal	0,35	0,35	0,35
Calcário	1,24	1,60	1,60
Fosfato bicalcico	1,60	1,14	0,95
DL-Metionina	0,24	0,21	0,18
Premix*	0,30	0,30	0,30
Inerte	0,36	0,39	0,42
Total	100	100	100
Análise calculada			
Energia metabolizável (kcal/kg)	2950	3100	3150
Proteína (%)	22,5	20,0	18,0
Metionina (%)	0,35	0,32	0,30
Metionina + cistina (%)	0,71	0,65	0,60
Cálcio (%)	0,95	0,95	0,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,35	0,30

*Níveis das misturas do suplemento vitamínico mineral utilizado estão presentes no Quadro 1.

Quadro 1 - Composição dos suplementos vitamínico-minerais (Vit-min) utilizados nas rações durante as três fases de criação.

Suplemento Vit-min Inicial	Vit. A, 2250000UI; vit. D ₃ , 450000UI; vit. K, 360 mg; vit. B ₂ , 1130 mg; vit. B ₁₂ , 3.750 mcg; niacina, 7.465 mg; colina, 62.250 mg; pantotenato de cálcio, 2.580 mg; ferro 14.000 mg; cobre, 12.500 mg; manganês, 14.500 mg; cobalto, 21 mg; iodo, 150 mg; selênio, 52 mg; anticoccidiano (nicarbazina e monensina), 250.000 mg; promotor de crescimento (avilamicina), 2.500 mg; antioxidante (BHT), 1.280 mg; veículo qsq 1.000g.
Suplemento Vit-min Crescimento e Final	Vit. A, 1875000UI; vit. D ₃ , 375000UI; vit. K, 270 mg; vit. B ₂ , 900 mg; vit. B ₁₂ , 2.500 mcg; niacina, 6.270 mg; colina, 48.800 mg; pantotenato de cálcio, 1.990 mg; ferro 1.4000 mg; cobre, 1.750 mg; manganês, 14.500 mg; cobalto, 21 mg; iodo, 150 mg; selênio, 43 mg; anticoccidiano (nicarbazina e monensina), 250.000 mg; promotor de crescimento (avilamicina), 2.500 mg; antioxidante (BHT), 1.280 mg; veículo qsq 1.000 g.

Tabela 2 - Ganho médio de peso vivo (g/ave) dos frangos de corte durante as fases inicial, de crescimento e final e o período total de criação, referentes aos diferentes tratamentos a que as aves foram submetidas.

Tratamento Vit E/Zn (mg/kg)	Fase inicial (g)	Fase de crescimento (g)	Fase final (g)	Período total de criação (g)
0/0	809,11	1087,70	602,77	2.499,58
0/40	862,05	1110,63	611,93	2.584,61
0/400	870,97	1103,19	579,51	2.553,67
12/0	815,33	1061,01	601,78	2.478,12
12/40	853,09	1151,31	603,09	2.607,48
12/400	863,71	1142,01	638,63	2.644,35
120/0	837,92	1121,75	614,34	2.574,01
120/40	866,62	1107,45	616,43	2.590,50
120/400	883,44	1131,41	583,67	2.598,53
Média	851,36	1112,94	605,79	2.570,09
EPM	7,82	20,18	18,38	29,04

EPM = erro padrão da média.

Foram analisadas as seguintes características: ganho médio de peso vivo (GMPV), consumo médio de ração (GMD) e conversão alimentar (CA). Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 2000) e o procedimento PROC MIXED. As pressuposições do modelo de análises de variância foram testadas utilizando o SAS/LAB e convencionou-se o nível de significância de 5% para a interpretação estatística de todos os testes estatísticos. Quando a interação entre os níveis de Zn e da Vit E foi significativa ($p < 0,05$), procedeu-se ao seu desdobramento, através de contraste com o objetivo de estudar o comportamento das respostas em função dos níveis de Vit E em cada nível de Zn e vice-versa. Neste estudo foi utilizada a análise de regressão polinomial e, quando necessário, foram determinadas as equações de regressão polinomial (linear ou quadrática).

RESULTADOS

Os diferentes níveis de Vit E utilizados e a interação dos níveis de Zn e de Vit E não exerceram efeitos significativos ($p > 0,05$) sobre o GMPV, o CMR e a CA.

As médias obtidas para o GMPV dos frangos nas fases inicial, de crescimento e final e no período total de criação, referentes aos diferentes tratamentos a que as aves foram submetidas, encontram-se na Tabela 2. Na análise estatística desta característica foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias do ganho de peso vivo dos níveis de Zn utilizados em todas as fases e no período total de criação dos frangos. Pela análise de regressão, somente nas fases inicial e de crescimento e no período total de criação dos frangos o aumento das médias do ganho de peso vivo apresentou modelo linear significativo ($p < 0,05$), que

pode ser representado, respectivamente, pelas seguintes equações: $GMPV = 0,0436x + 844,97$ ($R^2 = 0,081$), $GMPV = 0,0321x + 1108,2$ ($R^2 = 0,0174$) e $GMPV = 0,0752x + 2559,1$ ($R^2 = 0,037$). Na fase final de criação das aves não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias do ganho de peso vivo, tais resultados podem ser vistos na Tabela 3.

Os valores do CMR pelos frangos de corte nas fases inicial, de crescimento e final e no período total de criação, referentes aos diferentes tratamentos a que as aves foram submetidas, encontram-se na Tabela 4. Foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores do consumo médio de ração dos níveis de Zn utilizados em todas as fases e no período total de criação dos frangos. Nas fases inicial e de crescimento e no período total de criação dos frangos, a análise de regressão mostrou que o modelo linear ($p < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados do consumo médio de ração, representados, respectivamente, pelas seguintes equações: $CRM = 0,0899x + 1150,8$ ($R^2 = 0,191$), $CMR = -0,0312x + 1973,7$ ($R^2 = 0,0137$) e CMR

$= 0,037x + 4500,8$ ($R^2 = 0,0043$). Na fase final de criação das aves não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre o CMR, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 3 - Valores das médias dos níveis de Zn utilizados, obtidos através dos contrastes para o ganho médio de peso vivo (g/ave) dos frangos.

Zn (mg/kg)	GMPV Fase inicial	GMPV Fase de crescimento	GMPV Fase final	GMPV Período total
0	820,79	1.090,15	606,30	2.517,24
40	860,59	1.123,19	610,48	2.594,20
400	872,71	1.125,54	600,60	2.598,85
EPM	4,51	11,65	10,61	16,77
Modelo	L	L	NS	L

GMPV = ganho médio de peso vivo, EPM = erro padrão da média, L = linear, NS = não significativo.

Tabela 4 - Consumo médio de ração (g) dos frangos de corte durante as fases inicial, de crescimento e final e o período total de criação, referentes aos diferentes tratamentos a que as aves foram submetidas.

Tratamento Vit E/Zn (mg/kg)	Fase inicial	Fase de crescimento	Fase final	Período total de criação
0/0	1.114,22	1.943,92	1.382,89	4.441,02
0/40	1.170,32	1.997,19	1.368,83	4.536,33
0/400	1.143,61	1.987,39	1.341,71	4.472,70
12/0	1.127,90	1.909,30	1.386,51	4.423,71
12/40	1.182,80	2.002,06	1.366,58	4.551,44
12/400	1.179,70	1.997,73	1.412,43	4.589,86
120/0	1.155,81	1.926,92	1.350,57	4.433,30
120/40	1.197,80	1.975,40	1.380,78	4.553,99
120/400	1.204,10	1.982,15	1.367,45	4.553,70
Média	1.164,03	1.969,12	1.373,08	4.506,23
EPM	13,86	20,61	25,01	47,55

EPM = erro padrão da média.

Tabela 5 - Valores das médias dos níveis de Zn utilizados, obtidos através dos contrastes para o consumo médio de ração (g) dos frangos.

Zn (mg/kg)	Fase inicial	Fase de crescimento	Fase final	Período total de criação
0	1.132,64	1.926,71	1.373,32	4.432,68
40	1.183,64	1.991,55	1.372,06	4.547,25
400	1.175,80	1.989,09	1.373,86	4.538,75
EPM	8,00	11,09	14,44	27,46
Modelo	L	L	NS	L

EPM = erro padrão da média, L = linear, NS = não significativo.

Tabela 6 - Conversão alimentar dos frangos de corte durante as fases inicial, de crescimento e final e o período total de criação, referentes aos diferentes tratamentos a que as aves foram submetidas.

Tratamento Vit E/Zn (mg/kg)	Fase inicial	Fase de crescimento	Fase final	Período total de criação
0/0	1,38	1,79	2,29	1,78
0/40	1,36	1,80	2,25	1,75
0/400	1,31	1,80	2,32	1,75
12/0	1,38	1,80	2,31	1,78
12/40	1,39	1,74	2,28	1,75
12/400	1,37	1,75	2,21	1,74
120/0	1,38	1,72	2,20	1,72
120/40	1,38	1,78	2,24	1,76
120/400	1,36	1,76	2,36	1,75
Média	1,37	1,77	2,27	1,75
EPM	0,017	0,027	0,063	0,014

EPM = erro padrão da média.

Os valores médios da CA dos frangos de corte nas fases inicial, de crescimento e final e no período total de criação, referentes aos diferentes tratamentos a que os frangos foram submetidos, encontram-se na Tabela 6. Na análise estatística desta característica não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores da CA em nenhum tratamento nas 3 fases e no período total de criação.

DISCUSSÃO

JORGE NETO; DARI (2000) relataram que o ganho de peso, o consumo de ração e a CA obtidos com o uso de zinco suplementado na ração das aves não são constantes.

No presente experimento, a análise estatística mostra que os tratamentos utilizados nas dietas dos frangos não exerceram efeito ($p > 0,05$) na CA, entretanto as aves que receberam dietas com maiores níveis de Zn e Vit E obtiveram melhor CA.

O CMR dos frangos foi menor naqueles que receberam dieta com 400 mg/kg de Zn, quando comparados com os que receberam 40mg/kg de Zn, exceto na fase final de criação.

OGMPV dos frangos foi influenciado pelos níveis de Zn utilizados em todas as fases e no período total de criação dos frangos e, desta maneira pode-se verificar que o Zn foi mais eficiente em promover o crescimento das aves.

Estudo de COLNAGO *et al.* (1984) em aves foram alimentadas com 100UI de Vit E/kg na dieta foi detectado um aumento no ganho de peso e redução na mortalidade das aves desafiadas com coccidiose.

AYED *et al.* (1989) observaram o desempenho de frangos de corte que receberam diferentes níveis de Vit

E (0; 10; 37,5; 50 e 100 ppm) suplementados na ração. Ao final da quarta semana, o ganho de peso e a eficiência alimentar dos frangos que foram alimentados com as rações suplementadas com Vit E diminuiu significativamente quando comparados com o grupo controle.

MAURICE *et al.* (1993) observaram diminuição no ganho de peso em frangos de corte que receberam 300 UI/kg de Vit E em sua dieta.

FRIGG *et al.* (1992) e SELL *et al.* (1994), utilizando níveis máximos de 300 e 500 mg de Vit E/kg de dieta, respectivamente, não encontraram efeitos dos tratamentos sobre o desempenho de frangos de corte e perus. A mortalidade das aves desafiadas com *E. coli* não foi influenciada pelos níveis de Vit E na ração (SELL *et al.*, 1994).

JAKOBSEN *et al.* (1995) estudaram o efeito de dois níveis de Vit E (100 e 500 mg/kg de dieta) e de dois tipos de Vit E (sintética e natural), e não verificaram aumento no consumo e melhoria no ganho de peso das aves em função do nível e do tipo de Vit E utilizados na dieta.

Avaliando o desempenho de frangos de corte até o 49º dia de idade, alimentados com dieta abaixo da exigência proposta pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994), ou nível normal de Vit E (20 mg/kg), ou ainda nível de Vit E considerado excessivo (300 mg/kg de dieta), RAZA *et al.* (1997) verificaram melhor CA e maior peso corporal para as aves que foram alimentadas com 300mg/kg de dieta, sendo essas 12,2% mais pesadas que as aves que receberam 20 mg de Vit E/kg de dieta.

BARRETO *et al.* (1999) demonstraram que o aumento da Vit E na dieta de frangos de corte resultou em melhoria significativa ($p < 0,05$) no ganho de peso das aves aos 42 dias de idade. Verificou-se que as dietas

com 250, 500 e 750 mg de Vit E/kg proporcionaram maior ganho de peso (1 a 42 dias) e maior peso das aves aos 42 dias de idade, embora a diferença no ganho de peso das aves alimentadas com dieta com 25 ou 250 mg de Vit E/kg não tenha sido significativa ($p > 0,05$). Os níveis de Vit E utilizados na dieta não exerceram efeitos significativos sobre o consumo de ração e sobre a viabilidade das aves, porém, efeito significativo foi observado para a CA. As aves alimentadas com 750 mg de Vit E/kg na dieta obtiveram melhor CA ($p < 0,05$) quando comparadas às aves que receberam 25 mg de Vit E/kg. A CA foi semelhante nas aves que receberam dieta com 25, 250 e 500, e semelhante nas que receberam 250, 500 e 750 mg de Vit E/kg.

PIMENTEL; COOK (1988) verificaram que não houve efeito significativo na resposta imunológica em aves alimentadas com dieta deficiente em Zn (8 mg/kg) na ração e observaram também uma diminuição no crescimento e no consumo de ração destas aves.

KIDD *et al.* (1992) avaliaram o desempenho de pintos de corte que receberam dietas contendo diferentes níveis de Zn e quelato de Zn com metionina e não encontraram diferença estatística na CA e no ganho de peso.

PIMENTEL *et al.* (1991) observaram que níveis de Zn (8 a 88 µL/g) utilizados na dieta de galinha afetaram o crescimento, assim, aves que receberam ração com 28, 38 e 28 µL/g de Zn, respectivamente com 3, 5 e 7 semanas de idade, obtiveram melhor crescimento.

Alguns autores têm demonstrado efeito positivo do Zn no crescimento das aves quando este mineral é suplementado na dieta com 35 mg/kg (WATKINS; SOUTHERN, 1993), 37 mg/kg (STAHL *et al.*, 1989) e 40 mg/kg (YI *et al.*, 1996). WEDEKING *et al.* (1992) não observaram efeito significativo no crescimento de galinhas que receberam dietas suplementadas com 95, 117 e 867 mg/kg de Zn. Conseqüentemente, para o crescimento dos pintos, o requerimento de 40 mg/kg de Zn na ração recomendado pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994) é satisfatório.

Quando avaliaram o desempenho de frangos com 21 dias de idade, MOHANNA; NYS (1999) observaram aumento no ganho de peso e no consumo alimentar nos frangos que receberam dieta com 45 mg/kg de Zn e a suplementação de 10 mg/kg de Zn na ração foi suficiente para otimizar a CA.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e sob as condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

A incorporação de 40 mg/kg de Zn na ração causou aumento linear significativo no GMPV dos frangos no período total de criação, porém o nível de

400 mg/kg de Zn não trouxe benefícios para o desempenho das aves.

A CA não foi influenciada pelos níveis de Zn e de Vit E isolados e nem pela interação dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processo: 02/12059-5) pelo suporte financeiro concedido para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- AYED, L.A.; DAFAALLA, R.; ADAM, S. Effects of various levels of dietary vitamin E on broiler chickens. *Veterinary and Human Toxicology*, v.31, n.1, p.50-53, 1989.
- BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração de a-tocoferol na carne de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.51, n.4, p.387-392, 1999.
- BETTER, W.J.; REEVES, P.G.; SAVAGE, J.E.; O'DELL, B.L. Interaction of zinc and vitamin E in the chick. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, v.163, n.3, p.432-436, 1980.
- COLNAGO, G.L.; JENSEN, L.S.; LONG, P.L. Effect of selenium and vitamin E on the development of immunity to coccidiosis in chickens. *Poultry Science*, v.63, n.6, p.1136-1143, 1984.
- COMBS JUNIOR, G.F. *The vitamins*. San Diego: Academic Press, 1991. 528p.
- DOWNES, K.M.; HESS, J.B.; MACKLIN, K.S.; NORTON, R.A. Dietary zinc complexes and vitamin E reducing cellulitis incidence in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, v.9, n.3, p.319-323, 2000.
- FERKET, P.R. Fatores que afetam a resposta imunológica: nutrição. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 1., 1999, São Paulo. *Anais*. São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1999. p.53-69.
- FRIGG, M.; WHITEHEAD, C.C.; WEBER, S. Absence of effects of dietary a-tocopherol on egg yolk pigmentation. *British Poultry Science*, v.33, p.347-353, 1992.
- HALLIWELL, B.; ARUOMA, O.I. Free radicals and antioxidants: the need for *in vivo* markers of oxidative stress. In: ARUOMA, O.I.; CUPPETT, S.L. *Antioxidant methodology: in vivo and in vitro concepts*. Champaign: AOCS Press, 1997. p.1-22.
- JAKOBSEN, K.; ENGBERG, R.M.; ANDERSEN, J.O.; JENSEN, S.K.; LAURIDSEN, C.; SORENSEN, P.; HENCKEL, P.; BERTENSEN, G.; SKIBSTED, L.H.; JENSEN, C. Supplementation of broiler diets with all-rac- α - or a mixture of natural source RRR- α -, γ -, δ -tocopheryl acetate. 1. Effect on vitamin E status of broilers *in vivo* and at slaughter. *Poultry Science*, v.74, p.1984-1994, 1995.
- JORGE NETO, G.; DARI, R.N. Produtos químicos alternativos para promotores de crescimento. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2., 2000, Campinas. *Anais*. Campinas: FACTA, 2000. p.217-239.

- KIDD, M.T.; ANTHONY, N.B.; LEE, S.R. Progeny performance when dams and chicks are fed supplemental zinc. *Poultry Science*, v.71, n.7, p.1201-1206, 1992.
- KIDD, M.T.; FERKET, P.R.; QURESHI, M.A. Zinc metabolism with special reference to its role in immunity. *World's Poultry Science Journal*, v.52, p.309-324, 1996.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4th ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MAURICE, D.V.; LIGHTSEY, S.F.; Hsu, K.T.; GAYLORD, T.G. Immunoenhancement in chickens fed excess vitamin E is dependent on genotype and concentration. *Poultry Science*, v.72, n.1, p.55, 1993.
- MCDOWELL, L.R. *Vitamins in animal nutrition*. San Diego: Academic Press, 1989. 486p.
- MOHANNA, C.; NYS, Y. Effect of dietary zinc content and sources on the growth, body zinc deposition and retention, zinc excretion and immune response in chickens. *British Poultry Science*, v.40, n.1, p.108-114, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington, DC: National Academic Press, 1994. 155p.
- PIMENTEL, J.L.; COOK, M.E.; GREGER, J.L. Research note: bioavailability of zinc-methionine for chicks. *Poultry Science*, v.70, n.7, p.1637-1639, 1991.
- PIMENTEL, J.L.; COOK, M.E. Influence of zinc deficiency on the immune response of the chick. *Poultry Science*, v.67, n.1, p.139, 1988. Supplement 1.
- RAZA, F.K.; KHAN, S.A.; RAZA, A.; SAEED, M.A.; BASHIR, I.N. Effect of vitamin E and deficiency and excess on immune system of broiler chickens. *International Journal of Animal Sciences*, v.12, p.39-41, 1997.
- SAS INSTITUTE. *SAS User's guide: statistics*, version 8. Cary, 2000.
- SCHÜEPP, W.; RETTENMAIER, R. Analysis of vitamin E homologs in plasma and tissue: high-performance liquid chromatography. *Methods Enzymology*, New York, v.234, p.294-302, 1994.
- SELL, J.; REYNOLDS, D.; JEFFREY, M. Influence of dietary supplementation with vitamin E and ascorbic acid on vitamin E status of pouts. *Poultry Science*, v.73, p.13, 1994. Supplement 1.
- STAHL, J.L.; GREGER, J.L.; COOK, M.E. Zinc, copper and iron utilization by chicks fed various concentrations of zinc. *British Poultry Science*, v.30, n.1, p.123-134, 1989.
- TENDERDY, R.P.; NOCKELS, C.F. The effect of vitamin E on egg production, hatchability and humoral immune response of chickens. *Poultry Science*, v.52, n.2, p.78-783, 1973.
- WATKINS, K.L.; SOUTHERN, L.L. Effect of dietary sodium zeolite A on zinc utilization by chicks. *Poultry Science*, v.72, n.2, p.296-305, 1993.
- WEDEKING, K.J.; HORTIN, A.E.; BAKER, D.H. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxide. *Journal of Animal Science*, v.70, n.1, p.178-187, 1992.
- YI, Z.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. *Poultry Science*, v.75, n.4, p.540-546, 1996.

Recebido em 12/4/06

Aceito em 31/10/07