

Suplemento de 1,25 dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte

[Supplement of 1,25-dihydroxycholecalciferol and reduction of calcium and available phosphorus in broiler chickens]

C.S. Souza¹, F.M. Vieites², C.H.F. Vasconcellos³, A.A. Calderano⁴, R.V. Nunes⁵,
C.M. Ferreira², T.V.S. Pereira⁶, G.H.K. Moraes⁷

¹Aluna de pós-graduação – Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT – Cuiabá, MT

²Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT – Rondonópolis, MT

³Instituto Federal de Educação – Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) – Santo Antônio de Leverger, MT

⁴Gerente de Produtos Technofeed Ltda. – Vinhedo, SP

⁵Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste – Marechal Rondon, PR

⁶Aluna de graduação – IFMT – Santo Antônio de Leverger, MT

⁷Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG

RESUMO

Avaliaram-se o desempenho e o rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte machos com suplemento nas rações de 1,25 dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso, com seis tratamentos: 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0µg de vitamina D₃ ativa/kg de ração, e seis repetições com 17 aves cada. Aos 8 e 42 dias de idade cada unidade experimental foi pesada para avaliação do desempenho. Posteriormente, quatro aves/repetição foram retiradas e abatidas para mensuração do rendimento de carcaça e de cortes nobres. A inclusão da vitamina D₃ ativa influenciou positivamente (P<0,05) o ganho de peso e a conversão alimentar com as suplementações de 1,0 e 2,0µg/kg. O consumo de ração não apresentou diferença significativa para os níveis estudados. O rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte machos aos 42 dias não foram influenciados pelo suplemento de 1,25 dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível nas rações. Recomenda-se o fornecimento suplementar de 1,0 a 2,0µg/kg de vitamina D₃ ativa nas rações para frangos de corte machos de 8 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: avicultura, calcitriol, carcaça, desempenho, vitamina D

ABSTRACT

There were evaluated the performance, the carcass yield and noble cuts yield of broilers with supplement of 1,25-dihydroxycholecalciferol and reduction of calcium and available phosphorus. It was used a randomized block design, with six treatments: 0.0; 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 and 5.0µg of active vitamin D₃/kg of ration, and six repetitions with 17 birds each. At 8 and 42 days of age each experimental unit was weighted in order to evaluated the performance. Later, four broilers/repetition were removed and slaughtered in order to measure the carcass and noble cuts yield. The inclusion of active vitamin D₃ influenced positively (P<0.05) the weight gain and the feed conversion at the supplementations of 1.0 and 2.0µg/kg. The feed intake wasn't significative among the studied levels. The carcass and noble cuts of male broilers at 42 days were not influenced by supplement of 1,25-dihydroxycholecalciferol and reduction of calcium and available phosphorus in rations. It is recommended to provide additional of 1.0 up to 2.0µg/kg of active vitamin D₃ in rations for male broilers from 8 to 42 days of age.

Keywords: poultry, calcitriol, carcass, performance, vitamin D

Recebido em 13 de agosto de 2011

Aceito em 25 de agosto de 2012

E-mail: christiane_s_souza@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A avicultura industrial é um dos setores mais dinâmicos do agronegócio, gerando emprego e renda à população de distintas regiões do Brasil. A produção de carne de frango brasileira em 2010 foi de 12,230 milhões de toneladas, valor 11,4% maior que em relação ao ano anterior, quando foram produzidos 10,980 milhões de toneladas. O crescimento foi impulsionado principalmente pelo aumento de consumo de carne de frango (44kg/habitante) e pela expansão de 5,1% nas exportações (UBABEF, 2011).

A evolução e competitividade da indústria avícola têm buscado programas nutricionais eficazes, com vistas ao suprimento exato de nutrientes às aves mediante o fornecimento de rações balanceadas. Dentre tais nutrientes, têm-se as vitaminas que são essenciais para o desenvolvimento animal, pois participam como cofatores em reações metabólicas e permitem maior eficiência dos sistemas de síntese no organismo animal. Félix *et al.* (2009) ressaltaram que a formulação comercial de dietas para frangos de corte consiste na combinação de ingredientes em proporções adequadas para alcançar o perfil nutricional desejado e obter o nível ótimo entre desempenho e custo.

As aves apresentam capacidade limitada de síntese de algumas vitaminas, e a adição de complexos vitamínicos nas dietas de frangos de corte possibilita melhora na performance. A vitamina D tem expressiva participação no metabolismo ósseo, sendo diretamente responsável pelo crescimento esquelético, que dá suporte às aves para obtenção do máximo desempenho produtivo (Brito *et al.*, 2010). Assim, os análogos sintéticos da vitamina D vêm sendo estudados na avicultura.

Os estudos que vêm sendo realizados na avicultura, utilizando a 1,25 dihidroxicolecalciferol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$), buscam uma melhor relação entre crescimento e fortalecimento do tecido ósseo, procurando reduzir os problemas locomotores em frangos de corte. A incidência e a severidade da discondroplasia tibial em aves na fase de crescimento foram diminuídas suplementando a dieta com 6g de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3/\text{kg}$ (Roberson e Edwards, 1996). O uso de vitamina D_3 e seus análogos sintéticos também demonstrou melhorias na utilização de fósforo nas aves domésticas, aumentando a retenção e diminuindo a excreção de fósforo, ocasionando um incremento no teor de cinzas dos ossos (Biehl e Backer, 1997; Biehl *et al.*, 1998).

Nos últimos anos, a vitamina D_3 e seus metabólitos ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e 25-hidroxicolecalciferol ($25(\text{OH})_2\text{D}_3$)) têm sido estudados na avicultura, com o propósito de investigar a interação entre nutrição e anormalidades ósseas. Gonzales e Mendonça Junior (2006) relataram que, para as linhagens modernas de frangos de corte, e principalmente nos machos, a taxa de crescimento do tecido muscular é extremamente elevada, iniciando-se em uma fase muito precoce pós-eclosão sobre um suporte esquelético muito imaturo, podendo causar desordens locomotoras, comprometendo consequentemente o bem-estar e desempenho das aves.

O objetivo com este estudo foi avaliar o desempenho e o rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte machos de 8 a 42 dias de idade, mediante o suplemento de 1,25 dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível nas rações.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 25 de janeiro a 01 de março de 2011. Utilizaram-se 612 frangos de corte machos da marca comercial Cobb®, em um delineamento em blocos ao acaso com seis tratamentos: 0, 100, 200, 300, 400 e 500 gramas de PANBONIS®/tonelada de ração, correspondendo a 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de vitamina D_3 ativa, respectivamente, com seis repetições (boxes). As aves foram vacinadas no incubatório de origem contra a doença de Marek e, no período de um a sete dias de idade, foram alimentadas com ração formulada para atender às exigências dessa fase de criação. Aos oito dias de idade, foram pesadas e distribuídas uniformemente 17 aves por boxe (peso médio = 0,188g/ave).

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria coberto com telhas de barro, subdividido em 36 boxes de 1,0 x 1,86m ($1,86\text{m}^2$), com mureta lateral, telados, pé direito de 3,0 metros. A estrutura possuía cortinas laterais em toda a sua extensão e dois ventiladores suspensos e posicionados em mesma direção. Foi utilizado como material de cama a casca de arroz, numa altura média de 10cm. As aves foram submetidas a regime de 24 horas de luz (natural + artificial), e as médias das temperaturas máxima e mínima registradas durante todo o período experimental foram de 28 e 20°C, respectivamente. A umidade relativa média foi de 87%.

As rações foram formuladas segundo as recomendações de Rostagno *et al.* (2005), à exceção de cálcio e fósforo disponível (redução de 20%), para as fases de 8 a 21, 22 a 35, 36 a 42 dias de idade (Tab. 1). O produto comercial utilizado como fonte da vitamina D₃

ativa (PANBONIS[®] contendo 10ppm de 1,25(OH)₂D₃/kg) foi incluso nas rações em substituição ao material inerte. As aves receberam ração e água à vontade, sendo usados comedouros adultos tubulares semiautomáticos e bebedouros adultos do tipo pendular.

Tabela 1. Composição das rações experimentais usadas para frangos de corte

Ingrediente (%)	Ração 1-7dias	Ração 8-21dias	Ração 22-35dias	Ração 36-42 dias
Milho grão	55,67	59,24	61,96	65,10
Farelo de soja 45,0%	37,80	34,80	31,28	27,75
Fosfato bicálcico	1,90	2,41	3,41	1,09
Óleo de soja	1,80	1,32	1,22	3,96
Calcário	0,86	0,68	0,65	0,62
L-lisina, 50,7%	0,55	0,35	0,34	0,40
Sal comum	0,46	0,44	0,42	0,40
DL-metionina, 99,0%	0,37	0,27	0,24	0,24
L-treonina, 98,5%	0,17	0,07	0,06	0,08
Mistura mineral ^{1,2}	0,10 ¹	0,10 ¹	0,10 ²	0,10 ²
Mistura vitamínica ^{1,2}	0,10 ¹	0,10 ¹	0,10 ²	0,10 ²
Cloreto de colina, 60%	0,10	0,10	0,10	0,10
Anticoccidiano ³	0,05	0,05	0,05	-
Antibiótico ⁴	0,01	0,01	0,01	-
Antioxidante ⁵	0,01	0,01	0,01	0,01
Areia	0,05	0,05	0,05	0,05
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada				
Ração	1-7dias	8-21dias	22-35dias	36-42 dias
Ácido linoleico (%)	2,30	2,68	3,25	1,79
Arginina digestível (%)	1,39	1,31	1,20	1,10
Cálcio (%)	0,94	0,71	0,66	0,62
Cloro (%)	0,30	0,29	0,28	0,27
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,96	3,05	3,15	3,20
Fenilalanina digestível (%)	0,99	0,94	0,88	0,82
Fenilalanina + tirosina digestível (%)	1,66	1,57	1,47	1,37
Fósforo disponível (%)	0,47	0,36	0,33	0,31
Glicina + serina total (%)	2,01	1,90	1,78	1,66
Histidina (%)	0,54	0,52	0,48	0,46
Isoleucina digestível (%)	0,87	0,82	0,76	0,70
Leucina digestível (%)	1,75	1,69	1,60	1,52
Lisina digestível (%)	1,36	1,18	1,09	1,04
Metionina + cistina digestível (%)	0,96	0,84	0,79	0,75
Potássio (%)	0,86	0,82	0,76	0,70
Proteína bruta (%)	22,50	21,14	19,73	18,44
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20	0,19
Treonina digestível (%)	0,90	0,77	0,71	0,68
Triptofano digestível (%)	0,26	0,24	0,22	0,20

¹Poliave Corte Inicial CQT[®] (1 a 21 dias de idade), níveis de garantia por quilo do produto: vit. A – 5.546.000.00UI; vit. D₃ – 1.339.000.00UI; vit. E – 12.430.00UI; vit. K₃ – 944.00UI; vit. B1 – 1.005.00mg; vit. B2 – 2.250.00mg; vit. B6 – 1.245.00mg; vit. B12 – 6.000.00mcg; niacina – 15,00g; ácido pantotênico – 5.890.00mg; ácido fólico – 495mg; biotina – 50mg; Ferro – 24,80g; manganês – 33,30g; zinco – 25,68g; cobre – 4.280.00mg; selênio – 150mg; iodo – 500mg; ²Poliave Corte Engorda[®] (22 dias de idade a uma semana antes do abate), níveis de garantia por quilo do produto: vit. A – 4.230.000.00UI; vit. D₃ – 1.021.000.00UI; vit. E – 9.930.00UI; vit. K₃ – 720.00mg; vit. B1 – 804.00mg; vit. B2 – 1.800.00mg; vit. B6 – 996.00mg; vit. B12 – 4.800.00mcg; niacina – 12g; ácido pantotênico – 4.700.00mg; ácido fólico – 302 mg; biotina – 30mg; ferro – 24,80g; manganês – 33,30g; zinco – 25,68g; cobre – 4.280.00mg; selênio – 150mg; iodo – 500mg; ³Salinomicina; ⁴Virginiamicina; ⁵Butil hidroxi tolueno (BHT) – 1.000.00mg.

Avaliaram-se o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar de 8 a 42 dias de idade. Após avaliação do desempenho, quatro aves de cada repetição foram pesadas e encaminhadas ao frigorífico, onde foram abatidas de acordo com os princípios éticos da experimentação animal. Após a insensibilização, ocorreu o deslocamento cervical das aves, sendo, em seguida, depenadas, evisceradas e resfriadas por um período de 12 horas. Posteriormente, retiraram-se os pés e as cabeças das carcaças, para pesagem das mesmas e realização dos cortes nobres: peito e coxa+sobrecoxa.

Foram avaliados o peso absoluto (kg) e o rendimento (%) das carcaças evisceradas e dos cortes nobres. Na determinação do rendimento, considerou-se o peso da carcaça limpa e eviscerada, sem pés e cabeça em relação ao peso

vivo em jejum. Para os cortes nobres, os cálculos dos rendimentos foram feitos em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação entre médias pelo teste de Dunnett, considerando 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software SAEG (Sistema..., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para os valores de consumo de ração dos frangos de corte de 8 a 42 dias de idade suplementados com os níveis de vitamina D₃ ativa. Entretanto, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para o ganho de peso e a conversão alimentar (Tab. 2).

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte machos de 8 a 42 dias de idade

Variável	Vitamina D ₃ ativa (g ton ⁻¹)						Média	CV (%)
	0	100	200	300	400	500		
Peso médio inicial/ave (kg)	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,13
Consumo de ração (kg)	4,788	4,813	4,779	4,789	4,789	4,828	4,798	0,92
Ganho de peso (kg)	2,915	2,983*	3,000*	2,909	2,925	2,926	2,943	0,61
Conversão alimentar	1,64	1,61*	1,59*	1,64	1,64	1,65	1,63	0,87

*As médias diferem estatisticamente do tratamento testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Verificou-se melhoria no ganho de peso e na conversão alimentar para os níveis de 100g/ton (1,0µg/kg) e 200g/ton (2,0µg/kg) de vitamina D₃ ativa contida no produto comercial. Esses resultados diferem dos encontrados por Roberson e Edwards (1996), que não encontraram diferenças significativas para o ganho de peso e a conversão alimentar ao suplementar frangos de corte com 0, 3, 6, e 9µg/kg de vitamina D₃ ativa. Esses autores verificaram ainda diminuição na incidência de discondroplasia tibial das aves na quinta semana de vida e aumento do teor de cinzas no tibiotarso com a inclusão de 6µg/kg de vitamina D₃ ativa, indicando que houve benefício no lote com a suplementação. Brito et al. (2010) observaram melhoria no ganho de peso ao trabalhar com frangos de corte machos, com níveis de 25(OH)₂D₃, entre 16 a 110µg/kg na fase final de criação. Os autores também observaram maior consumo de ração pelas aves que receberam maiores níveis de suplementação de vitamina D₃.

Menor conversão alimentar foi obtida para os frangos de corte, sem que houvesse alteração

significativa no consumo de ração, evidenciando melhora no desempenho das aves com a suplementação de 100 a 200g/ton do produto comercial. Os resultados obtidos assemelham-se também aos encontrados por Khan et al. (2010), que constataram diferença significativa no ganho de peso de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com rações formuladas com 5, 37,5, 62,5 e 87,5µg/kg de vitamina D₃ inativa. A suplementação de 87,5µg/kg correspondeu a melhor performance produtiva das aves, bem acima da recomendação de Rostagno et al. (2011), de 50µg/kg. Combs Júnior (2008) afirmou que 50% da vitamina D₃ da dieta não é absorvida e Schenck et al. (2007) descreveram que, quando diminuem as concentrações séricas de cálcio e fósforo, há um aumento da atividade da enzima 1-alfa-hidroxilase nos rins, aumentando as concentrações plasmáticas de 1,25(OH)₂D₃.

Sendo assim, é viável a suplementação da vitamina D₃ ativa, pois haveria uma sensível melhora na absorção e utilização de cálcio e fósforo nas dietas das aves, especialmente por

estarem deficientes em 20% nos teores de cálcio e fósforo disponível. Cheng *et al.* (2004) afirmaram que a adição de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ou extratos da planta *Solanum Glaucoophilum* pode melhorar a eficiência de absorção e utilização do cálcio e do fósforo, além de permitir a formulação de dietas com baixos níveis de fósforo, minimizando a excreção desse elemento pelas aves. Goff (2006) afirmou que a adição de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ acelera o transporte ativo do cálcio através das células epiteliais, sendo essencial quando o cálcio dietético estiver baixo ou a demanda for muito elevada, como, por exemplo, no desenvolvimento do tecido ósseo. O autor ressaltou que a $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ estimula a síntese da proteína ligadora do cálcio na célula epitelial intestinal, que transporta o cálcio do lado luminal dos enterócitos para a membrana basolateral.

Os resultados encontrados na literatura não revelam grandes diferenças no desempenho atribuídas à suplementação de vitamina D na fase final de criação. Entretanto, Brito *et al.* (2010) relataram que a utilização conjunta de duas fontes de vitamina D (D_3 e $25(\text{OH})_2\text{D}_3$) em todo o período de criação melhorou o desempenho de frangos de corte, independentemente da fase de

criação. Os autores ainda mencionaram que a suplementação de vitamina D_3 influenciou positivamente a fase inicial (1 a 21 dias), em que as aves são mais sensíveis à suplementação.

A adição de 1,0 e 2,0 μg de vitamina D_3 ativa/kg de ração apresentou efeito benéfico no desempenho, analogamente aos resultados obtidos por Brito *et al.* (2010) ao utilizarem simultaneamente as vitaminas D_3 e $25(\text{OH})_2\text{D}_3$. Mitchell e Edwards (1996) também verificaram aumento no peso de frangos de corte com cinco semanas de idade mediante a suplementação de 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de ração de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e 600 unidades de fitase/kg.

A adição de 1,25 dihidroxicolecalciferol não influenciou ($P>0,05$) os rendimentos de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa dos frangos de corte. Entretanto, níveis de 1,0 e 2,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de vitamina D_3 ativa suplementados às rações melhoraram significativamente os pesos médios aos 42 dias de idade (Tab. 3). Khan *et al.* (2010) também observaram efeito positivo para o peso de frangos de corte nessa idade com o uso de 3500UI/kg (87,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) de vitamina D_3 .

Tabela 3. Rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte machos aos 42 dias de idade

Variável	Vitamina D_3 ativa (g ton^{-1})					Média	Efeito	CV (%)	
	0	100	200	300	400				500
Peso médio aos 42 dias									
Peso absoluto (kg)	3,102	3,170*	3,187*	3,096	3,112	3,114	3,130	SIG	4,06
Carcaça									
Peso absoluto (kg)	2,142	2,07	2,127	2,077	2,132	2,089	2,106	NS	5,55
Peso relativo (%)	69,96	68,16	69,60	69,43	69,67	68,56	69,23	NS	3,52
Peito									
Peso absoluto (kg)	0,819	0,806	0,806	0,800	0,832	0,832	0,815	NS	6,93
Peso relativo (%)	38,27	38,94	37,90	38,57	39,03	38,34	38,50	NS	3,75
Coxa + sobrecoxa									
Peso absoluto (kg)	0,594	0,588	0,618	0,603	0,608	0,602	0,602	NS	8,43
Peso relativo (%)	27,68	28,44	29,04	29,07	28,53	28,75	28,58	NS	4,40

*As médias diferem estatisticamente do tratamento testemunha pelo Teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes aos obtidos para rendimento de peito foram relatados por Brito *et al.* (2010), que não observaram diferença significativa ao avaliar a $25(\text{OH})_2\text{D}_3$ para frangos de corte aos 45 dias de idade. Khan *et al.* (2010) observaram diferenças significativas para o rendimento de peito em frangos de corte aos 42 dias de idade, em doses de 2.500 ou 3500UI/kg (62,5 ou 87,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) de vitamina D_3 .

A inclusão de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ não influenciou as características de carcaça avaliadas, porém é possível que tenha ocorrido melhora na mineralização óssea. Assim, faz-se necessária a comprovação mediante análises físicas e bioquímicas dos ossos dos frangos de corte. Mitchell e Edwards (1996) constataram que a suplementação isolada de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ nas rações de frangos de corte com três a cinco semanas de idade diminuiu a incidência de

discondroplasia tibial e aumentou o teor de cinzas nos ossos.

O fornecimento suplementar de vitamina D₃ nas rações pode estar diretamente relacionado à diminuição de condenações de carcaças em frigoríficos decorridas de fraturas e/ou desordens locomotoras. Ao minimizar tais condenações, tem-se conseqüentemente a redução dos custos de produção, importante meta do empreendimento avícola. A suplementação de 1,0 a 2,0µg/kg de 1,25(OH)₂D₃ nas rações foi benéfica ao desempenho das aves, sendo uma possível alternativa a ser adotada na avicultura industrial. O uso de quantidades subótimas de fósforo nas rações pode ainda reduzir a excreção desse elemento, diminuir os custos das rações e minimizar os impactos ambientais.

CONCLUSÕES

Recomenda-se o fornecimento suplementar de 1,0 a 2,0µg/kg de 1,25(OH)₂D₃ nas rações com redução de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte machos de 8 a 42 dias de idade. O rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte machos aos 42 dias não foram influenciados pelo suplemento de 1,25(OH)₂D₃ e redução de cálcio e fósforo disponível nas rações.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão do financiamento do projeto de pesquisa. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso (IFMT) – Campus São Vicente pela infraestrutura fornecida. À Evonik Brasil pela doação dos aminoácidos e à Technofeed Ltda. pela disponibilização do produto comercial utilizado no experimento.

REFERÊNCIAS

BIEHL, R.B.; BAKER, D.H. Utilization of phytate and nonphytate phosphorus in chicks as affected by source and amount of vitamin D₃. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.2986-2993, 1997.

BIEHL, R.R.; BAKER, D.H.; DELUCA, H.F. Activity of various hydroxylated vitamin D₃ analogs for improving phosphorus utilization in chicks receiving diets adequate in vitamin D₃. *Braz. J. Poult. Sci.*, v.39, p.408-412, 1998.

BRITO, J.A.G.; BETERCHINI, A.G.; FASSANI, E.J. *et al.* Efeito da vitamina D₃ e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.2656-2663, 2010.

CHENG, Y.H.; GOFF, J.P.; SELL, J.L. *et al.* Utilizing *Solanum glaucophyllum* alone or phytase to improve phosphorus utilization in broilers. *Poult. Sci.*, v.83, p.406-413, 2004.

COMBS JR, G.F. *The vitamins – Fundamental aspects in nutrition and health*. 3.ed. New York: Elsevier Academic Press, 2008. 583p.

FÉLIX, A.P.; MAIORKA, A.; SORBARA, J.O. Níveis vitamínicos para frangos de corte. *Cienc. Rural*, v.39, p.619-626, 2009.

GOFF, J.P. Distúrbios do metabolismo dos carboidratos e da gordura. In: DUKES. *Fisiologia dos animais domésticos*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 926p.

GONZALES, E.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Problemas locomotores em frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. *Anais...* Chapecó-SC: Núcleo de Médicos Veterinários, p.79-94, 2006.

KHAN, S.H.; SHAHID, R.; MIAN, A.A. *et al.* Effect of the level of cholecalciferol supplementation of broiler diets on the performance and tibial dyscondroplasia. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.9, p.584-593, 2010.

MITCHELL, R.D.; EDWARDS JR, H.M. Additive effects of 1,25 dihydroxycholecalciferol and phytase on phytate phosphorus utilization and related parameters in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.75, p.111-119, 1996.

ROBERSON, K.D.; EDWARD JR., H. Effect of dietary 1.25-dihydroxycholecalciferol level on broiler performance. *Poult. Sci.*, v.75, p.90-94, 1996.

Suplemento de 1,25 dihidroxicolecalciferol...

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2.ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3.ed. Viçosa-MG: UFV/DZO, 2011. 252p.

SCHENCK, P.A.; CHEW, D.J.; LARRY, A.N. *et al.* Distúrbios relacionados ao cálcio: hiper e hipocalcemia. In: DIBARTOLA, S.P. *Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico*. 3.ed. São Paulo: Roca 2007. 664p.

SISTEMA de análises estatísticas e genética – SAEG. Versão 9.1. Viçosa-MG: UFV, 2007.

UBABEF - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. *Relatório anual 2010/2011*. São Paulo: UBABEF, 2011. 72p.