



## Efeito da vitamina D<sub>3</sub> e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte<sup>1</sup>

Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito<sup>2</sup>, Antônio Gilberto Bertechini<sup>3</sup>, Édison José Fassani<sup>3</sup>, Paulo Borges Rodrigues<sup>3</sup>, Eduardo Machado Costa Lima<sup>4</sup>, Camila Meneghetti<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPEMIG.

<sup>2</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFLA.

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia da UFLA.

<sup>4</sup> Acadêmico do NECTA-Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola da UFLA.

**RESUMO** - O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de suplementação de vitamina D proveniente de duas fontes (D<sub>3</sub> e 25-OHD<sub>3</sub>) em rações para frangos de corte criados em gaiolas. Foram utilizados 1.500 pintos machos de 1 dia, linhagem Cobb-700, alojados em gaiolas metálicas (100) com dispositivos e manejo adaptados para criação das aves. Em cada fase do desenvolvimento (inicial, de 1 a 21 dias; de crescimento, 22 a 38 dias; e final, de 39 a 45 dias), avaliaram-se quatro níveis (programas) de suplementação de vitamina D (20/16/10; 37,5/30/18,8; 87,5/70/43,8 e 137,5/110/68,8 µg/kg ração), oriunda de duas fontes. Os dois tratamentos adicionais foram constituídos da combinação das duas fontes (D<sub>3</sub> + 25-OHD<sub>3</sub>), em diferentes proporções (50+37,7/40+30/25+18,8 e 50+70/40+56/25+35 µg/kg de ração para as fases inicial, crescimento e final, respectivamente). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 4 + 2 (fontes × níveis + adicionais) e 10 repetições por tratamento. As rações foram à base de milho e farelo de soja, com suplementação de fitase (500 ftu/kg), segundo recomendações das tabelas brasileiras de exigências nutricionais de animais não-ruminantes. Foram avaliados o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal das aves. A suplementação de vitamina D na fase inicial melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Maior ganho de peso e consumo de ração aos 45 dias foi observado nas aves dos tratamentos adicionais (associações). O rendimento de carcaça aumentou com o uso de 25-OHD<sub>3</sub>. Em comparação à suplementação isolada das fontes de vitamina D, os tratamentos adicionais promoveram maiores benefícios para a maioria das características avaliadas. A adição de 25-OHD<sub>3</sub> em rações contendo vitamina D<sub>3</sub> melhora as características de desempenho dos frangos de corte.

Palavras-chave: fontes de vitamina D, metabólito de vitamina D<sub>3</sub>, vitamina D

## Effect of vitamin D<sub>3</sub> and 25-hidroxicolecalciferol on performance, carcass yield and intestinal morphology in broiler chickens

**ABSTRACT** - The experiment was conducted aiming at evaluating the levels of supplementation of vitamin D from two sources (vitamin D<sub>3</sub> and 25-OHD<sub>3</sub>) on diets for broiler chickens raised in cages. It was used 1,500 line Cobb-700 male chicks at one day of age, housed in metal cages (100), with appliances and management fitted for bird raising. In each growing phase (starter, from 1 to 21 days; growing, from 22 to 38 days, and finishing, from 39 to 45 days), it was evaluated four levels (programs) of vitamin D supplementation (20/16/10; 37.5/30/18.8; 87.5/70/43.8 and 137.5/110/68.8 µg/kg ration) from two sources. The two additional treatments consisted of combination of the two sources (D<sub>3</sub> + 25-OHD<sub>3</sub>) at different proportions (50+37.7/40+30/25+18.8 and 50+70/40+56/25+35 µg/kg ration for starter, growing and finishing phases, respectively). It was used a complete random experimental design, in a 2 × 4 + 2 (sources × levels + additional) and 10 replicates per treatment. The diets were based on corn and soybean meal, with supplementation of phytase (500 ftu/kg), following the recommendations of the national tables of nutritional requirements of non-ruminant animals. The performance and carcass characteristics as well as the intestinal morphology of the birds were evaluated. Vitamin-D supplementation at the starter phase improved weight gain and feed conversion of the birds. Greater weight gain and feed intake at 45 days of age were observed for the group of birds of the additional treatment associations. Carcass yield increased with the use of 25-OHD<sub>3</sub>. When compared to the single supplementation of vitamin D sources, the additional treatments promoted more benefits for most of the evaluated characteristics. The addition of 25-OHD<sub>3</sub> in rations containing vitamin D<sub>3</sub> improves performance characteristics of broilers.

Key Words: metabolites of vitamin D<sub>3</sub>, vitamin D, vitamin D sources

## Introdução

A vitamina D tem participação importante no metabolismo ósseo, e é diretamente responsável pelo crescimento esquelético que dá suporte para que as aves possam obter o seu máximo desempenho produtivo. A má-formação óssea é um dos fatores que dificultam a ingestão de alimento, prejudicando o ganho de peso dos frangos de corte.

Alguns trabalhos indicam que o desempenho das aves não é afetado pela suplementação de fontes de vitamina D (Edwards, 2002; Ledwaba et al., 2003; Korver, 2005), enquanto outros (Yarger et al., 1995; Fritts & Waldroup, 2003, 2005) indicam efeito benéfico do uso do metabólito 25-OHD<sub>3</sub>.

Há relatos a campo sobre a incidência de sinais de hemorragia ao longo do intestino de aves alimentadas com a fonte 25-OHD<sub>3</sub> ou com altos níveis de inclusão de vitamina D<sub>3</sub>. Também existem trabalhos sobre a inter-relação do metabolismo das vitaminas lipossolúveis que, em alguma extensão, estão associadas ao bom desenvolvimento das células intestinais, principalmente as vitaminas A e E que, porventura, poderiam ser metabolicamente afetadas pela maior ou menor atividade e absorção da vitamina D dietética.

São escassas as pesquisas sobre a suplementação de vitamina D no rendimento de carcaça e dos cortes de frangos de corte. Korver (2005) observou maiores rendimentos de carcaça e de peito em frangos de corte aos 42 dias de idade quando suplementou vitamina D<sub>3</sub> (2.500 UI/kg) em conjunto com 25-OHD<sub>3</sub> (69 µg ou 2.760 UI/kg de 1 a 21 dias). Esse autor verificou também maior densidade cortical das tíbias provenientes dos frangos alimentados continuamente com 25-OHD<sub>3</sub> (2.760 UI/kg) e redução da incidência de *black bone*.

Apesar do grande número de estudos, ainda não existe consenso sobre os efeitos de níveis e associação de fontes

de suplementação de vitamina D nas rações sobre o desempenho, as características de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte.

Assim, pretendeu-se com este estudo avaliar a utilização do metabólito 25-hidroxi-colecalciferol (OHD<sub>3</sub>) em comparação à forma tradicional de suplementação (vitamina D<sub>3</sub> - colecalciferol) em rações para frangos de corte e determinar seus efeitos sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal dessas aves.

## Material e Métodos

Foram utilizados 1.500 pintos machos de 1 dia, linhagem Cobb-700, alojados em 100 gaiolas de metabolismo com 0,473 m<sup>2</sup> cada, em instalação com ambiente semicontrolado. A iluminação foi contínua nas 24 horas e o aquecimento nos primeiros dez dias foi realizado com lâmpadas incandescentes de 150W, instaladas no interior das gaiolas. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 4 + 2, composto de duas fontes de suplementação de vitamina D (D<sub>3</sub> e 25-OHD<sub>3</sub>), quatro níveis de suplementação e duas associações das fontes de vitamina D, totalizando dez tratamentos, cada um com dez repetições.

Os tratamentos experimentais (Tabela 1) foram constituídos de quatro níveis de suplementação de vitamina D (20,0; 37,5; 87,5; e 137,5 µg/kg de ração), provenientes das duas fontes de suplementação, e mais dois tratamentos adicionais, constituídos pela combinação das duas fontes em diferentes proporções (50,0 µg/kg de D<sub>3</sub> + 37,5 µg/kg de 25-OHD<sub>3</sub> e 50,0 µg/kg de D<sub>3</sub> + 70,0 µg/kg de 25-OHD<sub>3</sub>). A suplementação de vitamina D foi reduzida gradativamente na fase de crescimento (20%) e na fase final (50%) em relação à fase inicial. A parcela experimental foi constituída de 15 aves no período de 1 a 21 dias; oito aves no período

Tabela 1 - Níveis e fontes de suplementação de vitamina D nas três fases de desenvolvimento

Fase inicial	Fase crescimento (20% de redução)	Fase final (50% de redução)
	Vitamina D <sub>3</sub> (µg/kg)	
20,0	16,0	10,0
37,5	30,0	18,8
87,5	70,0	43,8
137,5	110,0	68,8
	25-hidroxi-colecalciferol (µg/kg)	
20	16,0	10,0
37,5	30,0	18,8
87,5	70,0	43,8
137,5	110	68,8
	Vit. D <sub>3</sub> + 25-hidroxi-colecalciferol (µg/kg)	
50 + 37,5	40,0 + 30,0	25,0 + 18,8
50 + 70,0	40,0 + 56,0	25,0 + 35,0

de 22 a 38 dias; e seis aves no período de 39 a 45 dias de idade, para ajustes da densidade de criação.

As rações experimentais (Tabela 2) eram à base de milho e farelo de soja, de acordo com o programa alimentar, composto por três rações (inicial 1 a 21 dias; crescimento 22 a 38 dias e final 39 a 45 dias), seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), com suplementação de fitase em todas as rações (Ronozyme P CT - 500 ftu/kg) e redução de 25% no teor de fósforo disponível e 10% nas exigências dietéticas de cálcio (Shoulten et al., 2003).

A fonte de vitamina D<sub>3</sub> utilizada foi proveniente da DSM Produtos Nutricionais do Brasil (DSM), contendo 500 mg/kg (20.000.000 UI/kg) e a fonte de 25-OHD<sub>3</sub> 69 mg/kg (2.760.000 UI/kg) de suplemento. As rações experimentais, para cada fase, foram isonutritivas, com exceção dos níveis de vitamina D, que constituíram os tratamentos e foram preparadas e armazenadas em sala

Tabela 2 - Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais

Ingrediente (%)	Inicial	Crescimento	Final
Milho	55,067	60,982	64,904
Farelo de soja	36,329	30,315	26,816
Fosfato bicálcico	1,285	1,064	0,899
Calcário calcítico	0,955	0,895	0,845
Óleo de soja	4,817	5,229	5,192
Sal comum	0,457	0,425	0,402
DL-metionina 99%	0,240	0,222	0,197
L-lisina 78%	0,145	0,196	0,204
L-treonina 99%	0,025	0,042	0,042
Fitase 5.000 ftu/g	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina 70%	0,060	0,047	0,030
Salinomicina sódica 12%	0,050	0,050	-
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,200	0,160	0,100
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100
Butil-hidroxi-tolueno	0,010	0,010	0,010
Tratamento (inerte + vitamina)	0,250	0,250	0,250
Composição nutricional			
EMAn (kcal/kg)	3.100	3.200	3.250
Proteína bruta (%)	21,02	18,780	17,52
Cálcio (%)	0,78	0,65	0,62
Fósforo disponível (%)	0,35	0,30	0,27
Lisina digestível(%)	1,16	1,05	0,98
Metionina digestível(%)	0,53	0,49	0,45
Metionina+cistina (%)	0,82	0,76	0,71
Treonina digestível (%)	0,74	0,68	0,64
Sódio (%)	0,20	0,19	0,18
Composição nutricional analisada <sup>3</sup>			
Proteína bruta (%)	20,50	18,70	17,70
Ca (%)	0,86	0,73	0,70
Pt (%)	0,63	0,58	0,55

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico (Roche/DSM). Níveis de garantia/kg do produto: vit. A - 10.000.000 UI; vit. E - 40.000 UI; vit. K<sub>3</sub> - 3.000 mg; vit B<sub>1</sub> - 2.000 mg; vit. B<sub>2</sub> - 7.000 mg; vit. B<sub>6</sub> - 5.000 mg; vit. B<sub>12</sub> - 20.000 µg; ácido fólico - 1.500 mg; ácido pantotênico - 15.000 mg; niacina - 50.000 mg; biotina - 100 mg; selênio - 150 mg; antioxidante - 125 mg.

<sup>2</sup> Suplemento micromineral (Roche/DSM). Níveis de garantia/kg do produto: Mn - 80.000mg; Zn - 80.000 mg; Fe - 60.000 mg; Cu - 10.000 mg; I - 1.000 mg; Co - 1.000 mg.

<sup>3</sup> Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal DZO/UFLA.

isenta de incidência de luz solar direta e com temperatura máxima e mínima de 25 e 20°C, respectivamente. As rações e água foram fornecidas à vontade. Foram realizadas vacinações contra a doença infecciosa da bursa (Gumboro), aos sete e aos 14 dias de idade das aves.

As temperaturas (máxima e mínima) e a umidade relativa, médias, registradas a partir de 12 dias de idade foram de 21°C, 3°C e 65%, respectivamente

As pesagens das aves foram feitas no 21º, 38º e 45º dia de idade das aves. Aos 45 dias, 400 aves, quatro por parcela, foram abatidas, seguindo as normas de abate, sendo que metade delas foi destinada à avaliação de rendimentos de cortes e a outra metade à avaliação de características intestinais.

As rações experimentais foram analisadas quanto aos teores de proteína bruta, cálcio, fósforo, colecalciferol e 25-OHD<sub>3</sub>. As análises do teor de nitrogênio das rações experimentais foram realizadas pelo conforme metodologia proposta pelo AOAC (1990).

As análises de vitamina D<sub>3</sub> e 25-OHD<sub>3</sub> nas rações (Tabela 3) foram realizadas no Laboratório da DSM Nutritional Products (R&D, Analytical Research Center – ARC), na Suíça. Para análise de vitamina D<sub>3</sub>, adotou-se a metodologia descrita por Mattila (1995), enquanto, para 25-OHD<sub>3</sub>, adotaram-se os procedimentos descritos por Hofmann et al. (2003). Nas duas metodologias, a detecção foi realizada utilizando-se cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

As análises da altura das vilosidades e profundidade de criptas do duodeno, jejuno e íleo foram realizadas por meio de leituras de lâminas com cortes histológicos dos respectivos segmentos ao microscópio óptico com aumento de 32 vezes (abate de cinco aves por tratamento no 45º dia do experimento). Após a coleta criteriosa dos segmentos do intestino, estes foram lavados em água destilada, devidamente identificados e armazenados em solução de formol tamponado a 10%, para posterior confecção das lâminas histológicas segundo Junqueira & Junqueira (1983), com adaptações descritas por Carvalho et al. (2009). A preparação das lâminas foi realizada no Laboratório de Patologia, no Departamento de Medicina Veterinária da UFLA e as leituras micrométricas, no Laboratório de Biologia Molecular, no Departamento de Biologia da UFLA.

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o software Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (Sisvar), descrito por Ferreira (2000). Realizou-se a análise de regressão para os níveis da vitamina na avaliação até 21 dias, e teste F para verificar possíveis diferenças entre as fontes. No período total de

Tabela 3 - Recuperação<sup>1</sup> de vitamina D em relação à quantidade suplementada (entre parênteses) nas rações

Fase inicial	Fase crescimento (20% de redução na suplementação)	Fase final (50% de redução na suplementação)
Vit. D <sub>3</sub> , em µg/kg		
24,3 (20 µg/kg)	18,8 (16 µg/kg)	11,3 (10 µg/kg)
35,5 (37,5 µg/kg)	29,3 (30 µg/kg)	17,5 (18,8 µg/kg)
83,3 (87,5 µg/kg)	60,8 (70 µg/kg)	48,8 (43,8 µg/kg)
128,3 (137,5 µg/kg)	99 (110 µg/kg)	61,3 (68,8 µg/kg)
25-hidroxi-colecalciferol, em ig/kg		
31,1 (20 µg/kg)	16,4 (16 µg/kg)	8,8 (10 µg/kg)
56,6 (37,5 µg/kg)	23,8 (30 µg/kg)	14,5 (18,8 µg/kg)
98,4 (87,5 µg/kg)	50,3 (70 µg/kg)	25,6 (43,8 UI/kg)
150 (137,5 µg/kg)	82,3 (110 µg/kg)	38,1 (68,8 µg/kg)
Vit. D <sub>3</sub> + 25-hidroxi-colecalciferol, ig/kg		
55 + 52,5 (50 + 37,5 µg/kg)	36,8 + 27,3 (40 + 30 µg/kg)	22,5 + 14 (25 + 18,8 µg/kg)
43,8 + 77,3 (50 + 70 µg/kg)	38,5 + 66,9 (40 + 56 µg/kg)	25 + 28 (25 + 35 µg/kg)

<sup>1</sup> Análises realizadas no R&D, Analytical Research Center – ARC – DSM Nutritional Products, Suíça.

avaliação, 1 a 45 dias, foram realizados testes de média e contrastes de interesse para analisar os programas de suplementação para cada fonte de vitamina. As comparações entre os tratamentos adicionais e os demais foram realizadas por meio de contrastes, a 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

Não houve interação (P>0,05) entre as fontes de vitamina D para o desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias (Tabela 4) nem efeito (P>0,05) das fontes de vitamina D sobre o desempenho na fase inicial. Por outro lado, independentemente da fonte de vitamina D utilizada, os níveis de

suplementação tiveram influência significativa no ganho de peso e na conversão alimentar. A análise de regressão revelou efeito linear (P<0,05), com melhorias no ganho de peso e na conversão alimentar à medida que se elevaram os níveis de vitamina D nas rações.

Esses resultados confirmam os obtidos por Rao et al. (2006), que verificaram aumento no ganho de peso e na melhor conversão alimentar nesta fase em frangos de corte alimentados com rações com 60 µg/kg (2.400 UI/kg) e 90 µg/kg (3.600 UI/kg) de vitamina D<sub>3</sub>, com níveis reduzidos de cálcio (0,50%) e fósforo disponível (0,25%), em detrimento de níveis de suplementação menores (5 e 30 µg/kg). Por outro lado, os resultados encontrados na fase inicial contradizem

Tabela 4 - Desempenho das aves na fase inicial, de acordo com níveis, fontes e associação entre fontes de suplementação de vitamina D

Fonte	Nível de suplementação (µg/kg)				Média	Vit. D <sub>3</sub> + 25OHD <sub>3</sub> <sup>1</sup> (µg/kg)	
	20	37,5	87,5	137,5		50+37,5	50+70
Consumo de ração, g/ave							
Vit. D <sub>3</sub>	1.124	1.110	1.112	1.123	1117	1146	1140
25-hidroxi-colecalciferol	1.103	1.115	1.113	1.117	1,112		
Média	1.114	1.113	1.113	1.120	1115*		1143*
Erro-padrão					5,104		
CV (%)					1,44		
Ganho de peso, g/ave							
Vit. D <sub>3</sub>	804	805	813	821	811	823	835
25-hidroxi-colecalciferol	806	810	811	821	812		
Média <sup>2</sup>	805	808	812	821	811*		829*
Erro-padrão					5,144		
CV (%)					2,00		
Conversão alimentar, g/g							
Vit. D <sub>3</sub>	1,398	1,379	1,368	1,368	1,378	1,387b	1,367a
25-hidroxi-colecalciferol	1,368	1,377	1,372	1,361	1,369		
Média <sup>3</sup>	1,383	1,378	1,370	1,364	1,374*		1377*
Erro-padrão					0,009		
CV (%)					2,08		

\* Médias estatisticamente diferentes (P<0,01).

<sup>1</sup> Médias com letras diferentes na linha são estatisticamente diferentes (P<0,05).

<sup>2</sup> Efeito linear: GP = 802,001 + 0,133 X Suplementação de vitamina D; R<sup>2</sup>=97,36%.

<sup>3</sup> Conversão alimentar (g/g) = 1,3861 - 0,00017 X suplementação de vitamina D; R<sup>2</sup>=97,39%.

respostas sobre o desempenho encontradas por Mitchell (1997), que não verificou melhorias no ganho de peso e ou conversão alimentar em níveis acima de 5 µg/kg (200 UI/kg) de vitamina D<sub>3</sub>.

A ausência de diferença no desempenho das aves atribuída às fontes de vitamina D confirma resultados obtidos por diversos autores (Zhang et al., 1997; Edwards, 2002 ; Ledwaba et al., 2003; Fritts & Waldroup, 2005; Rao et al., 2008). Entretanto, alguns autores apontam maior efetividade da 25-OHD<sub>3</sub> sobre o desempenho de frangos, principalmente na fase inicial, quando consideram que aves apresentam maior sensibilidade às fontes e níveis de suplementação de vitamina D (Yarger et al., 1995; Fritts & Waldroup, 2003).

As aves alimentadas com as rações contendo as duas fontes de vitamina D conjuntamente, nas duas proporções, apresentaram maior (P<0,001) consumo de ração em relação à média dos frangos provenientes da suplementação isolada de cada fonte de vitamina D em níveis crescentes. Como consequência, essas aves apresentaram maior (p<0,001) ganho de peso nessa fase sem, no entanto, apresentar diferenças significativas (P>0,05) entre si.

A conversão alimentar foi pior (P<0,05) para os frangos alimentados com as dietas contendo a combinação de 50 µg de vitamina D<sub>3</sub>/kg, somada a 37,5 µg de 25-OHD<sub>3</sub>/kg, em comparação ao segundo tratamento adicional, que apresentava mesmo nível de suplementação de vitamina D<sub>3</sub>, porém, com 70 µg de 25-OHD<sub>3</sub>/kg.

Os efeitos positivos sobre o desempenho encontrados na primeira fase com a suplementação de vitamina D,

independentemente da fonte, quando incorporados na fase de crescimento e associados à redução na suplementação vitamínica em 20%, não foram acumulativos. Ou seja, os programas de suplementação não geraram diferenças (P>0,05) para as características de desempenho, indicando que níveis altos de suplementação de vitamina D não foram eficientes em melhorar o desempenho, considerando o período de 1 a 38 dias de idade das aves (Tabela 5).

No entanto, o uso combinado das duas fontes até essa fase promoveu maior ganho de peso (P<0,01) em comparação aos programas com fontes isoladas. Não foram observadas (P>0,05) diferenças entre as aves submetidas aos dois programas adicionais, na fase de 1 a 38 dias.

Os resultados constantes na literatura geralmente não revelam grandes diferenças no desempenho atribuídas à suplementação de vitamina D na fase final de criação. As exigências para máximo desempenho normalmente são menores que 25 µg/kg ração (Edwards et al., 1994; NRC, 1994). A fase inicial, período em que ocorre alta taxa de crescimento do tecido esquelético, além da imaturidade do trato digestório (digestão e absorção de lipídios e compostos lipossolúveis), é provavelmente mais sensível ao aumento na suplementação.

De forma semelhante aos resultados encontrados na fase de 1 a 38 dias, na avaliação em todo o período experimental (1 a 45 dias), não foram observadas diferenças (P>0,05) no desempenho das aves em função dos programas de suplementação de vitamina D, independente da fonte usada neste estudo (Tabela 6). Portanto, pode-se inferir que a suplementação de 20 µg/kg de ração (800 UI/kg) na fase

Tabela 5 - Desempenho de frangos de corte na fase de 1 a 38 dias de idade recebendo suplementação de vitamina D

Fonte	Nível de suplementação (µg/kg)				Média	Vit. D <sub>3</sub> + 25OHD <sub>3</sub> <sup>1</sup> (µg/kg)	
	20/16	37,5/30	87,5/70	137,5/110		50+37,5	50+70
Consumo de ração, g/ave							
Vit. D <sub>3</sub>	3.885	3.867	3.865	3.869	3.872	3.930	3.940
25-OHD <sub>3</sub>	3.861	3.863	3.874	3.891	3.872		
Média	3.873	3.865	3.870	3.880	3.872*		3.935*
Erro-padrão					14,752		
CV (%)					1,20		
Ganho de peso, g/ave							
Vit. D <sub>3</sub>	2.372	2.365	2.372	2.396	2.376	2.430	2.436
25-OHD <sub>3</sub>	2.364	2.370	2.379	2.392	2.376		
Média	2.368	2.368	2.376	2.394	2.376*		2.432*
Erro-padrão					18,988		
CV (%)					2,52		
Conversão alimentar, g/g							
D <sub>3</sub>	1,638	1,635	1,630	1,615	1,630	1,617	1,618
25-OHD <sub>3</sub>	1,633	1,630	1,628	1,627	1,629		
Média	1,636	1,632	1,630	1,621	1,630		1,618
Erro-padrão					0,011		
CV (%)					2,16		

\*Médias estatisticamente diferentes (P<0,01).

Tabela 6 - Desempenho de frangos de corte na fase de 1 a 45 dias de idade das aves recebendo suplementação de vitamina D

Fonte	Nível de suplementação (µg/kg)				Média	Vit. D <sub>3</sub> + 25OHD <sub>3</sub> (µg/kg)	
	20/16	37,5/30	87,5/70	137,5/110		50+37,5	50+70
	Consumo de ração, g/ave						
Vit. D <sub>3</sub>	5.322	5.275	5.286	5.312	5.299	5.369	5.385
25-OHD <sub>3</sub>	5.302	5.291	5.305	5.325	5.306		
Média	5.312	5.283	5.296	5.319	5.302*	5.377*	
Erro-padrão					19,517		
CV (%)					1,16		
	Ganho de peso, g/ave						
Vit. D <sub>3</sub>	3.051	3.054	3.057	3.078	3.060	3.104	3.123
25-OHD <sub>3</sub>	3.053	3.068	3.064	3.081	3.067		
Média	3.052	3.061	3.061	3.080	3.063*	3.114*	
Erro-padrão					17,592		
CV (%)					1,81		
	Conversão alimentar, g/g						
Vit. D <sub>3</sub>	1,745	1,726	1,731	1,726	1,731	1,729	1,724
25-OHD <sub>3</sub>	1,737	1,725	1,732	1,729	1,731		
Média	1,741	1,726	1,731	1,728	1,731	1,727	
Erro-padrão					0,008		
CV (%)					1,45		

\* Médias estatisticamente diferentes (P<0,001).

<sup>1</sup> Programas de suplementação das fontes de vitamina D: 5 - 50/40/25+37,5/30/18,8 e 6 - 50/40/25+70/56/35 µg/kg de ração.

inicial com redução de 20 e 50% nas fases de crescimento e final, respectivamente, foi suficiente para manter o desempenho adequado, quando a suplementação de vitamina D<sub>3</sub> ou 25-OHD<sub>3</sub> for realizada isoladamente.

Os resultados obtidos seguem o mesmo padrão verificado nas fases anteriores, ou seja, a suplementação das duas fontes de vitamina D em diferentes proporções e em conjunto, proporcionou maiores (P<0,05) consumo de ração e ganho de peso no período total. Entretanto, a conversão alimentar não foi influenciada (P>0,05) por nenhum fator, assim como a viabilidade de criação, que não foi sensível aos programas de suplementação estudados e apresentou valor médio de 97,4%.

Os resultados obtidos para desempenho estão de acordo com a maioria dos estudos que envolvem vitamina D, ou seja, quando níveis de cálcio e/ou fósforo disponível estão dentro de limites de deficiência marginal ou atendendo às necessidades nutricionais, não são verificados efeitos diretos do incremento da suplementação de vitamina D (Mitchel et al., 1997; Zhang et al., 1997; Baker et al., 1998; Edwards, 2002; Fritts & Waldroup, 2005). Por outro lado, respostas mais sensíveis no desempenho são observadas em condições de redução nos níveis de cálcio e fósforo (Rao et al., 2006), podendo haver recuperação do desempenho através da otimização nos processos de absorção e metabolismo desse elementos (Nahm, 2007).

Assim, a utilização das duas fontes combinadas resultou em ganho de peso 1,66% superior à média dos demais programas. Todavia, quando se compararam os tratamentos

adicionais ao programa com maior nível de suplementação em cada fonte isolada (137,5/110/68,8), essa diferença caiu para 1,1%. É necessário ressaltar que não houve benefício do uso de altos níveis de suplementação em qualquer das fontes de vitamina D sobre a conversão alimentar.

Não houve interação (P>0,05) entre fontes e programas avaliados para as características de carcaça (Tabela 7), porém, verificou-se aumento (P<0,05) no rendimento de carcaça em função das fontes de vitaminas avaliadas, ou seja, a 25-OHD<sub>3</sub> aumentou o rendimento em comparação à vitamina D<sub>3</sub>. Esses resultados corroboram aqueles observados por Korver (2005), porém, diferem dos encontrados por Angel et al. (2006). O estudo sobre os efeitos de diferentes fontes de vitamina D sobre características de carcaça ganhou força nos últimos anos e há relatos de redução nas perdas e de condenações das carcaças nos abatedouros, em decorrência da melhoria na qualidade ou densidade óssea. Assim, há muito que pesquisar sobre esses efeitos.

Não houve efeito dos fatores (P>0,05) sobre o rendimento de peito e coxa + sobre coxa, assim como os diferentes programas de suplementação e ou tratamentos adicionais não afetaram o rendimento de carcaça. Os resultados do rendimento de peito diferem dos encontrados por Korver (2005) e Larroude et al. (2005), que verificaram aumento no rendimento de peito em frangos de corte e no rendimento de filé de peito em perus, respectivamente, com o uso de 25-OHD<sub>3</sub>, sem apresentar explicações sobre este fato.

Tabela 7 - Características de carcaça de frangos de corte aos 45 dias de idade recebendo suplementação de vitamina D

Fonte	Rendimento de carcaça (%)	Rendimento de peito (%)	Rendimento de coxa+sobrecoxa (%)
Vitamina D <sub>3</sub> (µg/kg)			
20-16-10	74,97	33,72	30,64
37,5-30-18,8	73,90	33,72	30,36
87,5-70-43,8	74,51	34,25	28,49
137,5-110-68,8	74,49	33,99	30,49
Média <sup>2</sup>	74,47B	33,92	29,99
25-hidroxi-colecalciferol (µg/kg)			
20-16-10	75,10	33,19	30,06
37,5-30-18,8	75,87	33,27	30,86
87,5-70-43,8	75,02	33,93	29,21
137,5-110-68,8	75,83	34,92	29,83
Média <sup>2</sup>	75,46A	33,82	29,99
Associações (vit. D <sub>3</sub> + 25-hidroxi-colecalciferol, µg/kg)			
50+37,5;40+30;25+18,8	75,65	34,33	29,26
50+70;40+56;25+35	75,72	33,10	31,12
Média (associações)	75,69	33,72	30,19
Média fatorial	74,96	33,87	29,99
Erro-padrão	0,66	0,73	0,76
CV (%)	1,96	4,83	5,67

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente (P<0,05).

Tabela 8 - Características intestinais em frangos de corte aos 45 dias de idade, de acordo com fontes e associações de suplementação de vitamina D

Fonte	Característica <sup>1</sup>		
	Altura de vilosidades (µm)	Profundidade de cripta (µm)	Relação vilo/cripta
Duodeno			
Média (D <sub>3</sub> )	1467	169	8,68
Média (25OHD <sub>3</sub> )	1512	180	8,41
Média associações	1518	176	8,65
Erro-padrão	65,3	15,2	2,5
CV (%)	19,2	21,3	20,1
Jejuno			
Média (D <sub>3</sub> )	1226	136	9,06
Média (25OHD <sub>3</sub> )	1209	127	9,55
Média associações	1207	129	9,36
Erro-padrão	51,1	12,8	2,5
CV (%)	17,8	19,7	20,8
Íleo			
Média (D <sub>3</sub> )	939	142	6,63
Média (25OHD <sub>3</sub> )	958	147	6,52
Média associações	960	148	6,49
Erro-padrão	47,1	13,4	1,96
CV (%)	18,8	20,9	23,8

Não foram verificados (P>0,05) efeitos dos diferentes fatores sobre a morfologia intestinal (duodeno, jejuno e íleo). Esses resultados sugerem que os programas adotados com as duas fontes em estudo, assim como a combinação entre elas, não geraram qualquer alteração que possa ter ocasionado modificação na capacidade absorviva de nutrientes ao longo do intestino delgado, o que pode ter refletido na ausência de efeitos significativos sobre o desempenho.

## Conclusões

A suplementação de vitamina D influi positivamente no ganho de peso e na conversão alimentar de frangos de corte na fase inicial, mas não tem efeitos nas outras fases de criação. A utilização conjunta das duas fontes de vitamina D (vitamina D<sub>3</sub> e 25-OHD<sub>3</sub>) melhora o desempenho de frangos de corte, independentemente da fase de criação.

Além disso, o uso do metabólito de vitamina D 25-hidroxi-colecalciferol melhora o rendimento de carcaça em relação ao uso de vitamina D<sub>3</sub>. A fonte de vitamina D e o nível de suplementação na ração não influenciam as características morfológicas do intestino delgado de frangos de corte.

### Referências

- ANGEL, R.; SAYLOR, W.W.; MITCHELL, A.D. et al. Effect of dietary phosphorus, phytase and 25-hydroxycholecalciferol on broiler chicken bone mineralization litter phosphorus, and processing yields. *Poultry Science*, v.85, n.7, p.1200-1211, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1990. 1230p.
- BAKER, D.H.; BIEHL, R.R.; EMMERT, J.L. Vitamin D3 Requirement of young chicks receiving diets varying in calcium and available phosphorus. *British Poultry Science*, v.39, n.3, p.413-417, 1998.
- CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.2, p.292-298, 2009.
- EDWARDS JR., H.M.; ELLIOT, M.A.; SOONCHARERNYING, S. et al. Quantitative requirement for cholecalciferol in the absence of ultraviolet light. *Poultry Science*, v.73, n.2, p.288-294, 1994.
- EDWARDS JR., H.M. Studies on the efficiency of cholecalciferol and derivatives for stimulating phytate utilization in broilers. *Poultry Science*, v.81, n.7, p.1026-1031, 2002.
- FERREIRA, D.F. SISVAR - **Sistema para análise de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.3. Lavras: UFLA, 2000. 66p.
- FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Effect of source and level of vitamin D on live performance and bone development in growing broilers. *Journal Applied Poultry Research*, v.12, n.1, p.45-52, 2003.
- FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Comparasion of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in broilers diets designed to minimize phosphorus excretion. *Journal Applied Poultry Research*, v.14, n.1, p.156-166, 2005.
- HOFMANN, P.; GOESSL, R.; DENU, L. **Determination of 25-hydroxyvitamin D3 (Hy-D) in animal feeds using d<sub>6</sub>-25-hydroxyvitamin as internal standard: DSM report, n. 1012520, Method Report**. Switzerland: DSM Nutricional Products, 2003.
- JUNQUEIRA, L.C.U.; JUNQUEIRA, L.M.M.S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1983. 123p.
- KORVER, D. Research, analytical techniques and practical experiences using HyD™. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 2005, Arkansas. **Proceedings...** Arkansas: [s.n.], 2005. 12p.
- LARROUDÉ, P.; CASTAING, J.; HAMELIN, C. et al. Effet d'une supplementation en HY\_D® pour deux niveaux d'apports en vitamines sur les performances, le developpement osseux et les troubles locomoteurs des dindons. **Sixiemes Journees de la Recherche Avicole**, n.3, p.244-248, 2005.
- LEDWABA, M.F.; ROBERSON, K.D. Effectiveness of twenty-five-hydroxycholecalciferol in the prevention of tibial dyscondroplasia in Ross cockerels depends on dietary calcium level. *Poultry Science*, v.82, n.11, p.1769-1777, 2003.
- MATTILA, P. **Analysis of cholecalciferol, ergocalciferol and their 25-hydroxylated metabolites in food by HPLC**. 1995. 130f. Dissertation (Ph.D.) – University Helsinki, Helsinki, Finland.
- MITCHELL, R.D.; EDWARDS JR., H.M.; MCDANIEL, G.R. The effects of ultraviolet light and cholecalciferol and its metabolites on the development of leg abnormalities in chickens genetically selected for a high and low incidence of tibial dyschondroplasia. *Poultry Science*, v.76, n.2, p.346-354, 1997.
- NAHM, K.H. Efficient phosphorus utilization in poultry feeding to lessen the environmental impact of excreta. **World's Poultry Science Journal**, v.63, n.4, p.625-654, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academic Science, 1994. 155p.
- RAO, S.V.R.; RAJU, M.V.L.N.; PANDA, A.K. Effect of high concentrations of cholecalciferol on growth, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks fed suboptimal concentrations of calcium and nonphytate phosphorus. *Journal of Applied Poultry Research*, v.15, n.4, p.493-501, 2006.
- RAO, S.V.R.; RAJU, M.V.L.N.; PANDA, A.K. et al. Effect of surfeit concentrations of vitamin D3 on performance, bone mineralization and mineral retention in broiler chicks. *Journal of Poultry Science*, v.45, n.1, p.25-30, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos** (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SCHOUTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1190-1197, 2003.
- YARGER, J.G.; QUARLES, C.L.; HOLLIS, B.W. et al. Safety of 25-hydroxycholecalciferol in poultry rations. *Poultry Science*, v.74, n.9, p.1437-1446, 1995.
- ZHANG, X.; LIU, G.; MCDANIEL, G.R. et al. Response of broiler lines selected for tibial dyschondroplasia incidence to supplementary 25-hydro xycholecalciferol. *Journal Applied Poultry Research*, v.6, n.4, p.410-416, 1997.