

## SUBSTITUIÇÃO DE VIT D<sub>3</sub> PELO METABÓLITO DE ORIGEM VEGETAL 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> INFLUENCIANDO O DESEMPENHO E QUALIDADE ÓSSEA EM FRANGOS DE CORTE AÓS 21 DIAS<sup>1</sup>

O. S. Alves<sup>2</sup>; T. L. Reis<sup>3\*</sup>; J. E. Moraes<sup>4</sup>; C. C. Pizzolante<sup>4</sup>; L. F. L. Calixto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Recebido em 12/03/2019. Aprovado em 10/06/2019.

<sup>2</sup>Mestre em Zootecnia.

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>4</sup>Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

\*Autor correspondente: tulioreis@hotmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a inclusão do metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte de substituição da vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol) no suplemento vitamínico das rações de frangos de corte, assim como a influência desse metabólito sobre o desempenho e qualidade óssea até os 21 dias de idade. Foram alojados 1400 pintos de corte machos, aos 7 dias de alojamento, esses foram pesados e divididos em seis tratamentos experimentais, com 6 repetições e 38 aves por repetição. Os tratamentos constituíram da manutenção da quantidade de vitamina D<sub>3</sub> para frangos de corte em: 100%, 75%, 50%, 25% e 0%, e adição do metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>] em quantidade fixa, mais o tratamento controle, que recebeu somente a vitamina D<sub>3</sub> na dose recomendada como única fonte de vitamina D. Os dados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento General Linear Models do software SAS® e, em caso de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O peso médio, o ganho de peso e o ganho de peso diário diferiram significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, somente nos tratamentos em que houve inclusão de 75% Vit D<sub>3</sub>+1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, sendo observado melhores médias para essas variáveis. O consumo de ração foi maior (p<0,05) nos frangos que receberam 25% Vit D<sub>3</sub>+1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, quando comparado com as aves que receberam a dieta controle. Quando se incluiu o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única da vitamina D<sub>3</sub>, foram observados os piores valores (p<0,05) para peso médio, ganho de peso, ganho de peso diário e consumo, não havendo diferença significativa (p>0,05) para a conversão alimentar. A morfometria óssea não foi influenciado (p>0,05) pela redução da vitamina D<sub>3</sub> no suplemento vitamínico e nem pela utilização do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. O percentual de cálcio nas cinzas das tíbias nos tratamentos em que houve inclusão de 75% Vit D<sub>3</sub>+1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> foi superior (p<0,05) ao do controle pelo teste de Dunnett. A redução de vitamina D<sub>3</sub> até o nível de 25% da exigência no suplemento vitamínico, combinados com a inclusão de 50g/t de ração de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, permite a manutenção do desempenho e a da qualidade óssea de frangos de corte aos 21 dias de idade. A utilização do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única da vitamina D, na quantidade testada, prejudicou o desempenho zootécnico, e piorou a qualidade óssea avaliada pelo percentual de cinza e pela resistência óssea à quebra.

Palavras-Chave: cálcio ósseo, força óssea, *Solanum glaucophyllum*, vitamina D.

## REPLACEMENT OF VITAMIN D<sub>3</sub> WITH 1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> METABOLITE OF PLANT ORIGIN INFLUENCES PERFORMANCE AND BONE QUALITY IN BROILERS AT 21 DAYS OF AGE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the inclusion of 1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> as a substitute of vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol) in the vitamin supplement of broiler diets, as well as the influence of this metabolite on performance and bone quality up to 21 days of age. A total of 1,400 male chicks were used. At 7 days of age, the animals were weighed and divided into six experimental treatments, with 6 replicates and 38 birds per replicate. The treatments consisted of maintaining the amount of vitamin D<sub>3</sub> for broilers at 100%, 75%, 50%, 25% and 0% plus the addition of a fixed quantity of bioactive vitamin metabolite [1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>]. As the control treatment, the animals received only vitamin D<sub>3</sub> at the recommended dose as the sole source of vitamin D. Data were submitted to analysis of variance using the General Linear Models procedure of the SAS® software. In the case of statistically significant differences, means were compared by the Dunnett test at 5% probability. The mean weight, weight gain and daily weight gain differed significantly (p<0.05) from the control by the Dunnett test only for the treatment with inclusion of 75% vitamin D<sub>3</sub>+1.25 (OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, with better averages for these variables. Feed intake was higher (p<0.05) in chickens receiving 25% vitamin D<sub>3</sub>+1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> when compared to birds fed the control diet. The worst (p<0.05) mean weight, weight gain, daily weight gain and feed intake were observed when 1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> was included as a single source of vitamin D<sub>3</sub>, with no significant difference (p>0.05) in feed conversion. Bone morphometry was not influenced (p>0.05) by the reduction of vitamin D<sub>3</sub> in the vitamin supplement nor by the use of 1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. The calcium percentage in tibia ashes was higher (p<0.05) for the treatment with 75% vitamin D<sub>3</sub>+1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> inclusion compared to control by the Dunnett test. The reduction of vitamin D<sub>3</sub> up to 25% of the required level in the vitamin supplement, combined with the inclusion of 50 g 1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>/ton of ration, allows to maintain the performance and bone quality of broilers at 21 days of age. The use of 1.25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> as a single source of vitamin D at the amount tested compromised performance and worsened bone quality as assessed by ash percentage and bone resistance to fracture.

Keywords: bone calcium, bone strength, *Solanum glaucophyllum*, vitamin D.

## INTRODUÇÃO

A combinação de ingredientes na ração visa suprir a exigência nutricional o mais próximo possível da real necessidade do animal para o máximo desempenho e baixo custo de produção. Félix et al. (2009), observaram que algumas vitaminas presentes nos ingredientes das dietas não são considerados durante a formulação, sendo a exigência dessas vitaminas suplementadas via adição de uma mistura vitamínica, representando custo total entre 1 a 3% da ração para frangos de corte. Alahyari-Shahrasb et al. (2012) estudaram o efeito da redução da quantidade de vitaminas do suplemento sobre composição química do sangue e de carcaça de frangos de corte e destacaram que a quantidade de suplementos vitamínicos, geralmente excede duas ou três vezes o requisito recomendado em dietas avícolas.

A vitamina D juntamente com dois hormônios peptídeos, calcitonina e hormônio paratireoide (PTH) tem a função de manutenção da homeostase do cálcio e do fósforo (HARRISON e HARISON, 1979), promovendo diminuição na incidência de problemas ósseos, por estar envolvida em diversos processos fisiológicos, incluindo a absorção desses minerais no intestino, aumentando a eficiência de utilização dos mesmos, e conseqüentemente elevando a concentração de matéria mineral nos ossos. A fonte da vitamina D, pode interferir na sua assimilação pelo organismo uma vez que esta é melhor aproveitada, quando fornecida nas formas mais ativas, tais como seus metabólitos 25(OH)D<sub>3</sub> e 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, por serem mais disponíveis e portanto, proporcionando melhor absorção. Além da forma endógena, o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> pode ser obtido diretamente da planta *Solanum glaucophyllum*, também conhecido como *Solanum malacoxylon*. Essa contém glicosídeos hidrosolúveis de 1,25 diidroxivitamina D [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>], a mais ativa forma natural de metabólito da vitamina D em humanos e animais (SOUZA e VIEITES, 2014).

O fornecimento de vitamina D<sub>3</sub> ativa para frangos de corte aumenta à eficiência dos processos fisiológicos envolvidos na absorção, metabolização e inativação dos compostos formados. Assim, ao adicionar o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> às rações, as perdas energéticas

são minimizadas, visto que as etapas para adição de hidroxilas OH à molécula não são necessárias (VIEITES et al., 2018). Esses mesmos autores, trabalhando a inclusão de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> de origem herbal (*Solanum glaucophyllum*) para frangos em rações com restrição em cálcio e fósforo, afirmaram que a inclusão do metabólito promove desempenho normal e diminui os efeitos negativos da restrição dos minerais. Esse fato ocorre, devido ao aumento da eficiência na absorção e utilização do cálcio e do fósforo na presença do metabólito, possibilitando portanto, a formulação de dietas com menores níveis dos minerais para frangos, gerando menor gasto com ingredientes fontes dos mesmos e redução de excreção no ambiente.

Garcia et al. (2013) trabalhando com 4 fontes de vitamina D para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade não observaram diferenças em relação à morfologia óssea, resistência a quebra, índice de Seedor, componentes de cinza óssea e minerais, entre os diferentes metabólitos testados, no entanto, Vieites et al. (2018) avaliaram inclusões variando de inclusões de 0,5; 1,0; 1,5 ou 2,0 µg/kg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Panbonis®) /kg de ração e encontraram diferenças significativas para consumo de ração, porém o mesmo não foi observado para ganho de peso e conversão alimentar nos níveis estudados mesmo quando mantidos os níveis de Ca e P, as características ósseas dos frangos também foram afetadas.

Portanto o objetivo deste estudo foi avaliar a inclusão do metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte de substituição da vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol) no suplemento vitamínico das rações de frangos de corte, assim como a influência desse metabólito sobre o desempenho e qualidade óssea até os 21 dias de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento seguiu as recomendações de resolução 714 de 20/06/2002 CRMV utilizado pela ética em pesquisa comitê do processo UFRRJ / COMEP n. 23083.001534 / 2013-17.

Foram alojados 1368 pintos de corte, machos, de linhagem comercial Cobb, em delineamento inteiramente casualizado em galpão experimental climatizado do Centro de Pesquisas Avícolas (CPA), pertencente ao Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Campus Nilo Peçanha – Pinheiral – RJ. O galpão foi dividido em 36 boxes, medindo cada um 2,0 x 1,5 m (3 m<sup>2</sup>), com piso cimentado coberto por maravalha, providos de bebedouro nipple e comedouro tubular

As rações foram isonutritivas e isoenergéticas à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com recomendações de Rostagno et al. (2011).

De 1 a 7 dias de idade, foi ofertada ração pré-inicial, sendo esta comum a todas as aves. Aos 7 dias de alojamento, os pintos de corte foram pesados e as parcelas uniformizadas para

iniciar o estudo com o fornecimento da ração experimental (Tabela 1). Foram utilizados seis tratamentos experimentais, com 6 repetições e 38 aves por repetição. Os tratamentos constituíam da redução dos níveis recomendados de vitamina D<sub>3</sub> para frangos de corte, e adição do metabolito vitamínico bioativo [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>] em quantidade fixa, conforme descrito na Tabela 2.

As vitaminas do suplemento vieram separadas, e foram adicionadas nas quantidades recomendadas pelo fabricante, tendo a vitamina D<sub>3</sub> sido pesada seguindo os percentuais defi-

**Tabela 1** - Rações experimentais oferecidas aos frangos de corte de 1 à 21 dias de idade.

INGREDIENTES (%)	Inicial Controle	Inicial (demais tratamentos)
Milho 7,7%	55,7029	51,1825
Farelo Soja 45,15%	36,4624	40,3484
Óleo Soja	3,4010	4,2728
Fosfato bicálcico	1,5719	1,5537
Calcário calcítico	1,0702	1,0593
Suplemento vit/min <sup>1</sup>	0,4000	0,4000
Bicarb. de sódio	0,3526	0,3609
DL-Metionina 99%	0,3148	0,2792
Sal	0,2411	0,2400
L-Lisina 99%	0,2254	0,1000
Treonina 98%	0,1226	0,0632
Cloreto de colina 60%	0,0550	0,0550
Inerte	0,0001	-
BHT	0,0800	0,0800
1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	-	0,0050
TOTAL	100	100
Níveis de nutrientes calculados		
Energia met. (kcal/kg)	3,0500	
Proteína bruta (%)	21,2000	
Cálcio (%)	0,8410	
Fósforo disponível (%)	0,4010	
Lisina total (%)	1,3420	
Lisina digestível (%)	1,2414	
Metionina digestível (%)	0,6043	
Met. + Cist. Dig. (%)	0,8864	

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto. PXI NUTRON (1-21 dias). Ferro mg 13.800, Cobre mg 2.775, Zinco mg 17.925, Manganês mg 19.275, Selênio mg 82,5000, Iodo mg 277,5000, Vitamina A Sintética KUI 2.062, Vitamina D3 Sintética KUI 525, Vitamina E Sintética mg 7.800, Vitamina K3 Sintética mg 412,5000, Tiamina Sintética mg 562,5000, Riboflavina Sintética MG 1.387,5000, Piridoxina Sintética MG 787,5000, Cianocobalamina Sintética mcg 3.300, Niacina Sintética mg 8.250,0000, Acido Pantotênico Sintético mg 2.775, Biotina Sintética mcg 19.275, Nicarbazina mg 31.250, Virginiamicina mg 4.125.

**Tabela 2.** Tratamentos experimentais, níveis de vitamina D<sub>3</sub><sup>1</sup> (µg de colecalciferol / Kg de ração) na pré-mistura das rações de frangos de corte de 1 à 21 dias de idade e suplementação de 1,25 (OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> glicosídeo (µg/ Kg de ração).

Tratamentos	Vitamina D <sub>3</sub> <sup>1</sup>	1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> glicosídeo <sup>2</sup>
T1 (Controle)	52,5	-
T2 (100% VitD <sub>3</sub> + 1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> )	52,5	0,5
T3 (75% VitD <sub>3</sub> + 1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> )	39,4	0,5
T4 (50% VitD <sub>3</sub> + 1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> )	26,2	0,5
T5 (25% VitD <sub>3</sub> + 1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> )	13,1	0,5
T6 (0% VitD <sub>3</sub> + 1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> )	-	0,5

<sup>1</sup>Vitamina D<sub>3</sub> sintética; <sup>2</sup>Panbonis® (90% de pureza) contendo 10mg de 1,25 (OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> glicosídeo Kg-1 de produto, incluído 50mg Kg-1 de dieta.

nidos para cada tratamento, conforme tabela 2.

O metabólito vitamínico bioativo [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>] que constituiu os tratamentos é fabricado a partir de folhas secas da planta *Solanum glaucophyllum* (SG), com concentração de 10 µg/g de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, e nome comercial Panbonis®. A quantidade do metabólito vitamínico bioativo, [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>], utilizada foi a mesma recomendada pelo fabricante conforme rótulo do produto (50 g/tonelada de ração).

Os parâmetros de desempenho mensurados foram: peso médio (PM); ganho de peso (GP); ganho de peso médio diário (GPD); conversão alimentar (CA); consumo por ave (Cons). Aos 21 dias de idade dos frangos 12 aves por tratamento (72 aves no total) foram eutansiadadas

**Tabela 3 -** Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D<sub>3</sub> no suplemento vitamínico e adição do metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>.

TRATAMENTOS	Médias				
	PM(g) <sup>1</sup>	GP(g) <sup>2</sup>	GPD (g) <sup>3</sup>	CA <sup>4</sup>	Cons/Ave (7-21 dias) <sup>5</sup>
Controle (100% Vit D <sub>3</sub> )	860,13	695,39	49,67	1,495	1036,42
100% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	876,08 ns	715,05 Ns	51,08 ns	1,448 ns	1033,09 ns
75% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	914,16 +	749,36 +	53,53 +	1,378 ns	1031,49 ns
50% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	891,76 ns	728,18 Ns	52,01 ns	1,472 ns	1070,69 ns
25% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	863,08 ns	697,63 Ns	49,83 ns	1,615 ns	1125,44 +
0% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	809,01 -	646,11 -	46,15 -	1,492 ns	962,27 -
CV (%)	3,64	4,24	4,24	6,00	3,62

<sup>1</sup>Peso Médio; <sup>2</sup>Ganho de Peso; <sup>3</sup>Ganho de Peso Médio Diário; <sup>4</sup>Conversão Alimentar; <sup>5</sup>Consumo por ave; + Significativo e superior ao controle; - Significativo e inferior à controle; ns = Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação em porcentagem.

por deslocamento cervical (CONCEA, 2013) para avaliações da qualidade óssea. As tíbias foram removidas, desossadas e utilizadas para obtenção do índice de Seedor (SEEDOR, 1995). A força de ruptura foi determinada (MURAKAMI et al., 2009) em um teste universal máquina (UMC 300, CAP 30TF, Cotenco®) e os dados foram expressos em Newton (N) após a recomendações das normas ANSI / ASAE S459 (ASAE Standards, 1998). A análise foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Madeira no Forest Institute e no Instituto de Zootecnia - UFRRJ, Seropédica-RJ. O teor de cinzas foi determinado nos ossos desengordurados (SILVA e QUEIROZ, 2002; SILVA et al., 2009); o teor de cálcio foi medido por espectrômetro de absorção atômica (modelo SpectrAA 55B, Varian) no Instituto de Agronomia - UFRRJ, Seropédica - RJ (ZENEBON et al., 2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento General Linear Models do software SAS® e, em caso de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio, o ganho de peso e o ganho de peso diário diferiram significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, somente nos tratamentos em que houve inclusão de 75% Vit D<sub>3</sub>+1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, sendo observado melhores médias para essas variáveis (Tabela 3). Quando se incluiu o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única da vitamina D<sub>3</sub>, foram observados os

piores valores ( $p < 0,05$ ) para peso médio, ganho de peso, ganho de peso diário e consumo, não havendo diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a conversão alimentar. Resultados semelhantes foram observados por Garcia et al. (2013), quando suplementaram rações de frangos de corte em diferentes fases com o mesmo metabólito da vitamina  $D_3$  utilizado no presente estudo, em comparação com outros ( $25(OH)D_3$  e  $1\alpha(OH)D_3$ ), puderam verificar que as médias de ganho de peso, no período de 1 a 21 dias, foram maiores para os frangos suplementados com o metabólito  $1,25(OH)_2D_3$  em comparação aos que receberam o  $25(OH)D_3$ .

Quando se utilizou somente o  $1,25(OH)_2D_3$  como fonte única de vitamina  $D_3$  o desempenho dos frangos em função das variáveis relacionadas ao peso foi extremamente prejudicado, apresentando os piores resultados, inclusive com valores menores que os recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 21 dias. Para justificar a ocorrência desses piores resultados seria necessário a realização de análises como dosagens do metabólito ou similares no sangue e órgãos objetivando saber se a quantidade utilizada (50 g do produto/ton de ração) forneceu teor de vitamina  $D_3$  inferior ao requerido para a necessidade da ave nessa fase de desenvolvimento. Com a redução de 75 e 50% da vitamina  $D_3$  os valores relacionados ao peso não se diferenciaram do controle, no entanto ainda se mantiveram próximos dos padrões recomendados pelo manual da linhagem COBB-VANTRESS® (2013) para a idade de 21 dias que é de 885 g.

Michalczuk et al. (2010) estudaram a suplementação de  $25(OH)D_3$  (metabólito precursor ao  $1,25(OH)_2D_3$ ) em rações de frangos de corte de 1 a 42 dias com níveis padrões ou reduzidos de Ca e P e concluíram que como as aves não são completamente capazes de realizar a hidroxilação da vitamina D no fígado na fase inicial (1 a 21 dias), a administração de um metabólito mais ativo, como o  $1,25(OH)_2D_3$ , poderia favorecer o aproveitamento da vitamina e suas funções no organismo.

A conversão alimentar não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos e o controle pelo teste de Dunnett no período de 7 a 21 dias de idade, semelhante ao observado por Brito et al (2010). Świątkiewicz et al. (2006)

notaram taxa de melhora em torno de 8,5% na conversão alimentar quando substituíram em 50% a vitamina  $D_3$  por  $25(OH)D_3$ .

O consumo de ração foi maior ( $p < 0,05$ ) nos frangos que receberam 25% Vit  $D_3 + 1,25(OH)_2D_3$ , quando comparado com as aves que receberam a dieta controle, mas quando se utilizou o  $1,25(OH)_2D_3$  como fonte única da vitamina  $D_3$ , o consumo foi reduzido. Andriquetto (2002) destaca que deficiências extremas de vitamina  $D_3$  podem causar redução no apetite das aves e conseqüente atraso no desenvolvimento. No presente estudo, os frangos que receberam o  $1,25(OH)_2D_3$  como fonte única de vitamina D, consumiram a menor quantidade de ração, também apresentando as piores médias de peso e de ganho de peso, este fato demonstra que o fornecimento do metabólito, como fonte única da vitamina não se constituiu em vantagem zootécnica. Resultados semelhantes foram observados por Brito et al. (2010), que utilizando um metabólito de vitamina  $D_3$ , o  $25(OH)D_3$ , observaram menor consumo de ração quando esse metabólito foi fornecido como única fonte de vitamina D no suplemento, assim como, Alves et al. (2018) que também verificaram menor consumo de ração e ganho de peso, gerando uma pior conversão alimentar de frangos de corte aos 42 dias quando o  $1,25(OH)_2D_3$  foi fornecido como fonte exclusiva de vitamina D. Castro et al. (2018), não observaram diferenças no desempenho de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade quando, incluíram a mesmo metabólito da vitamina D utilizado no presente estudo, acompanhado de redução ou não de 50% da vitamina  $D_3$  no suplemento vitamínico.

A morfometria óssea avaliada pelo peso úmido, seco e desengordurado assim como o comprimento, diâmetro e altura das tíbias não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pela redução da vitamina  $D_3$  no suplemento vitamínico e nem pela utilização do  $1,25(OH)_2D_3$  como fonte única da vitamina D em comparação com controle, pelo teste de Dunnett, aos 21 dias de idade (Tabela 4). Williams et al. (2000) citado por Murakami et al. (2009) correlacionaram o crescimento das aves com o desenvolvimento de ossos longos, e observaram que aves mais pesadas, apresentaram ossos mais longos e de maiores valores de diâmetro e espessura da parede óssea. No presente estudo, isto não ocorreu, já que aos 21 dias, não houve diferença

**Tabela 4** - Peso úmido (P.U.), peso da tibia seca e desengordurada (P.DES); comprimento (CMP), diâmetro (Di), altura (AL) das tíbias de frangos de corte de 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D<sub>3</sub> e adição do metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>.

Tratamentos	Parâmetros de morfometria da tibia na idade 21 dias				
	P.U. (g) <sup>1</sup>	P.DES (g) <sup>2</sup>	CMP (mm) <sup>3</sup>	Di (mm) <sup>4</sup>	AL (mm) <sup>5</sup>
Controle (100% Vit D <sub>3</sub> )	4,53	1,80	67,05	5,88	5,23
100% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	4,89 ns	1,88 ns	68,38 ns	6,28 ns	5,59 ns
75% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	4,80 ns	1,81 ns	67,34 ns	6,05 ns	5,35 ns
50% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	4,68 ns	1,83 ns	67,59 ns	5,96 ns	5,19 ns
25% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	4,44 ns	1,73 ns	67,09 ns	5,92 ns	5,28 ns
0% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	4,37 ns	1,56 ns	67,32 ns	6,10 ns	5,37 ns
CV (%)	13,57	13,96	3,24	7,55	8,40

<sup>1</sup>Peso úmido da tibia; <sup>2</sup>Peso da tibia seca e desengordurada; <sup>3</sup>Comprimento da tibia; <sup>4</sup>Diâmetro da tibia; <sup>5</sup>Altura da tibia; + Significativo e superior à controle; - Significativo e inferior à controle; ns = Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação em porcentagem.

significativa (p<0,05) para a morfometria óssea mesmo quando os frangos apresentaram médias de peso (Tabela 5) inferiores ao controle.

Mcdowell (2000) esclarece que consequências gerais de deficiência de vitamina D, podem aparecer na forma de inibição do crescimento, perda de peso e redução ou perda do apetite antes que sinais característicos relacionados ao sistema ósseo se tornem aparentes, assim como foi observado no presente estudo (Tabela 4). Garcia et al. (2013) estudando a influencia de diferentes metabólitos de vitamina D<sub>3</sub> suplementados na ração de frangos de corte (25(OH)D<sub>3</sub>, 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> e 1α(OH)D<sub>3</sub>) em

diferentes fases de criação também não observaram diferenças para os parâmetros de diâmetro ósseo.

A mineralização óssea avaliada pelo percentual de cinzas diferiu significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, somente no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única da vitamina D (Tabela 5), demonstrando os menores percentuais dessa variável, no entanto, mantendo-se ainda dentro dos percentuais aceitáveis de cinza em ossos de frangos, segundo os ensaios da AOAC (1995), que estão entre 40 e 45% de cinza em aves que recebem

**Tabela 5.** Porcentagem de cinzas (% CZ), porcentagem de cálcio nas cinzas (% Ca), índice de Seedor e resistência a quebra (RQ) em Newton, de tíbias de frangos de corte de 21 dias de idade alimentados com níveis reduzidos de vitamina D<sub>3</sub> e adição do metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>.

TRATAMENTOS	Parâmetros de mineralização, densidade e resistência óssea da tibia esquerda aos 21 dias			
	% CZ <sup>1</sup>	% Ca <sup>2</sup>	Seedor <sup>3</sup>	RQ (N) <sup>4</sup>
Controle (100% Vit D <sub>3</sub> )	52,71	33,73	67,48	213,43
100% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	51,92 ns	39,34 ns	71,31 ns	221,71 ns
75% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	50,93 ns	40,25 +	71,34 ns	211,91 ns
50% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	51,02 ns	37,70 ns	69,11 ns	206,65 ns
25% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	51,64 ns	35,13 ns	66,03 ns	190,49 ns
0% Vit D <sub>3</sub> +1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	41,91 -	31,69 ns	64,78 ns	102,08 -
CV (%)	6,84	14,82	11,76	30,4

<sup>1</sup>Porcentagem de cinzas, <sup>2</sup>Porcentagem de cálcio, <sup>3</sup>Índice de Seedor; <sup>4</sup>Resistência a quebra; + Significativo e superior à controle; - Significativo e inferior à controle; ns = Não significativo, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade; CV (%) = coeficiente de variação em porcentagem.

suplementação com vitamina D<sub>3</sub>. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2013) quando utilizaram o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> em rações de frangos de corte, e obtiveram percentual de cinza em torno de 44%.

O percentual de cálcio nas cinzas das tíbias nos tratamentos em que houve inclusão de 75% Vit D<sub>3</sub>+1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> foi superior (p<0,05) ao do controle pelo teste de Dunnett. Este resultado é explicado pelo maior peso dos frangos deste tratamento (Tabela 3), visto que frangos que apresentam maior peso médio, também apresentaram melhor percentual de Ca nos ossos longos. O 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> desempenha um papel significativo na regulação do transporte ativo de Cálcio, garantindo a manutenção dos níveis plasmáticos e reduzindo a mobilização desse mineral nos ossos quando há correta nutrição e suplementação de vitaminas e minerais (SILVERTHORN, 2010). Castro et al. (2018) não observaram diferenças significativas na porcentagem de cinzas e de cálcio nos ossos de frangos de corte aos 21 dias, quando esses receberam o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> com redução de 50% de vitamina D no suplemento vitamínico.

A densidade óssea, avaliada pelo índice de Seedor, não diferiu significativamente (p>0,05) do controle, pelo teste de Dunnett para os tratamentos testados, sendo consistente com os resultados de morfometria óssea, encontrados no presente estudo, onde o peso e o comprimento, utilizados para determinação desse índice, também não diferiram significativamente do controle. De qualquer modo, é importante salientar que a utilização do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única de vitamina D foi capaz de manter os valores de densidade óssea semelhantes ao tratamento controle. Garcia et al. (2013), estudando a suplementação do metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, em quantidade superior a recomendada pelo fabricante observaram valores de índice de Seedor maiores que os encontrados no presente estudo.

A resistência óssea representada pela força de quebra diferiu significativamente (p<0,05) do controle, pelo teste de Dunnett, apenas no tratamento em que se utilizou o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única da vitamina D, apresentando os piores valores em relação a todos os tratamentos, acompanhando os resultados do percentual de cinzas. É importante ressaltar que a densidade óssea, está associada ao percentual

de cinzas, e esse por sua vez a resistência à quebra. No presente estudo a associação entre os dois últimos parâmetros foi uma constante nessa fase, em que no tratamento onde o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> foi utilizado como fonte única de vitamina D, essas tíbias apresentaram o menor percentual de cinza e a menor resistência óssea à quebra. O 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> é um importante regulador do desenvolvimento do tecido ósseo porque assegura fonte adequada de cálcio e fósforo a partir do trato gastrintestinal, além de possuir papel a regulação do crescimento e diferenciação do tecido ósseo, atuando diretamente nos condrócitos da placa de crescimento ósseo, aumentando a resistência e durabilidade dessa estrutura (CASTRO, 2011).

Goff (2006) relatou que na fase inicial, frangos de corte são mais susceptíveis a alterações ósseas com a suplementação da vitamina D, pois nesse período ocorre elevada taxa de crescimento do tecido esquelético. Norman e Henry (2007) comprovaram a ação direta do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> na proliferação dos osteoblastos, responsáveis por sintetizar e regular a mineralização da matriz orgânica do osso. No presente estudo não foram realizadas avaliações histológicas dos ossos testados para comprovação de que a suplementação com o metabólito nos tratamentos contribuiu para o desenvolvimento ósseo e ou modificações nesse tecido, entretanto, até a redução de 75% de vitamina no suplemento vitamínico e suplementação com 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, as avaliações de qualidade óssea não se diferenciaram do controle, mantendo-se dentro dos padrões adequados na fase de idade dos frangos estudada.

## CONCLUSÕES

A redução de vitamina D<sub>3</sub> até o nível de 75% da exigência no suplemento vitamínico, combinados com a adição de 50 gramas/tonelada de ração de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, permite a manutenção do desempenho e a da qualidade óssea de frangos de corte aos 21 dias de idade. A utilização do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> como fonte única da vitamina D, na quantidade testada, prejudicou o desempenho zootécnico, e piorou a qualidade óssea avaliada pelo percentual de cinza e pela resistência óssea à quebra.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À UFRRJ pelo apoio disponibilizando instalações para realização de análises.

Ao Centro de Pesquisas Avícolas (CPA) do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) Campus Nilo Peçanha por disponibilizar as instalações para o experimento.

A Technofeed, pelo produto para teste.

A Nutron Alimentos pelo premix vitamínico.

A Rica Alimentos pela doação dos animais experimentais.

## REFERÊNCIAS

- ALAHYARI-SHAHRASB, M.; MORAVEJ, H.; SHIVAZAD, M. Decreasing vitamin premix on chicken carcass composition and blood chemistry in floor and battery cage systems. **Italian Journal of Animal Science**, v.11, p.14, 2012. <https://doi.org/10.4081/ijas.2012.e14>
- ALVES, O.D.S.; CALIXTO, L.F.L.; ARAUJO, A.H.B.; TORRES-CORDIDO, K.A.A.; REIS, T.L.; CALDERANO, A.A. Decreased levels of vitamin D<sub>3</sub> and supplementation with 1, 25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>-glycoside on performance, carcass yield and bone quality in broilers. **Ciência Rural**, v.48, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170705>
- BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G., FASSANI, E.J., RODRIGUES, P.B.; LIMA, E.M.C.; MENEGHETTI, C. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2656-2663, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200014>
- CASTRO, L. C. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v.55, p. 566-75, 2011. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302011000800010>
- CASTRO, F.L.D.S.; BAIÃO, N.C.; ECCO, R.; LOUZADA, M.J.Q.; MELO, É.D.F.; SALDANHA, M.M.; TRIGINELLI, M.V.; LARA, L.J.C. Effects of 1, 25-dihydroxycholecalciferol and reduced vitamin D<sub>3</sub> level on broiler performance and bone quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.47, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/rbz4720170186>
- COBB-VANTRESS. **Suplemento: Desempenho e nutrição para frangos de corte. Cobb 500**. Arkansas: COOB, 2013.
- CONCEA. **Diretrizes da Prática de Eutanásia do Concea**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA, 2013. 54p.
- FÉLIX, A.P.; MAIORKA, A.; SORBARA, J.O.B. Níveis vitamínicos para frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.619, 2009. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782008005000073>
- GARCIA, A.F.Q.M.; MURAKAMI, A.E.; DO AMARAL DUARTE, C.R.; ROJAS, I.C.O.; PICOLI, K.P.; PUZOTTI, M.M. Use of vitamin D<sub>3</sub> and its metabolites in broiler chicken feed on performance, bone parameters and meat quality. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v.26, p.408, 2013. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12455>
- GOFF, J. P. Distúrbios do metabolismo dos carboidratos e da gordura. In: REECE, W.O.D. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.926.
- HARRISON H.E; HARRISON, H.C. **Disorders of calcium and phosphate metabolism in childhood and adolescence**. Philadelphia: Saunders company, 1979.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- MCDOWELL, L.R. **Vitamins in animal and human nutrition**. Ames, IA: Iowa State University Press, 2000. 793 p.
- MICHALCZUK, M.; PIETRZAK, D.; NIEMIEC, J.; MROCZEK, J.A.N. Effectiveness of vitamin D<sub>3</sub> and calcidiol (25-OH-D<sub>3</sub>) application in feeding broiler chickens-production performance and meat quality. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, Olsztyn, v.60, p.121,2010.
- MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M., MARTINS, E.N.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A.F.G. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v.38, p.1256, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010001200014>

35982009000700014

- NORMAN, A.W.; HENRY, H.L. Vitamin D. In: RUCKER, R. B.; ZEMPLIENI, JANOS; SUTTIE, J. W., MCCORMICK, D. B. (ed.) **Handbook of vitamins**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 42-88.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 252 p.
- SEEDOR, J.G. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 6, p. 339-346, 1991. <https://doi.org/10.1002/jbmr.5650060405>
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v.38, p.1509, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009000800015>
- SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia Humana: Uma Abordagem Integrada**. 5ª ed. São Paulo: Artmed, 2010. 960p.
- SOUZA, C.S.; VIEITES, F.M. Vitamina D3 e seus metabólitos para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, p. 11-24, 2014. <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.588>
- ŚWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; KOPOWSKI, J. Effect of phytase and 25-hydroxycholecalciferol on the performance and bone quality in broiler chickens. **Medycyna Weterynaryjna**, Lublin, v. 62, p. 81-84, 2006
- VIEITES, F.M.; BRUSAMARELO, E.; CORRÊA, G.; SOUZA, C.S., DE OLIVEIRA, C.F.S., DE MORAES, G.H.K.; JÚNIOR, J.G. 1, 25-dihidroxicolecalciferol de origem herbal (*Solanum glaucophyllum*) mantém o desempenho e a qualidade óssea de frangos de corte fêmeas durante restrição de cálcio e fósforo. **Archivos de Zootecnia**, v.67, 2018. <https://doi.org/10.21071/az.v67i259.3799>