

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

Vieites, F.M.¹; Brusamarello, E.^{2@}; Corrêa, G. da S.S.²; Souza, C.S.³; de Oliveira, C.F.S.²; de Moraes, G.H.K.⁴ e Caramori Júnior, J.G.²

¹Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Juiz de Fora. MG. Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Faculdade de Agronomia e Zootecnia. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá. MT. Brasil.

³Zootecnista. Rondonópolis. MT. Brasil.

⁴Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa. MG. Brasil.

RESUMO

A utilização de 1,25-dihidroxicolecalciferol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) vem sendo estudada como alternativa para reduzir os níveis dietéticos de cálcio (Ca) e fósforo (P) sem prejuízo para o desempenho e com manutenção da qualidade óssea de frangos. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o melhor nível de inclusão de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ de origem herbal (*Solanum glaucophyllum*) para frangos de corte fêmeas restritos em Ca e fósforo disponível (Pdisp). Para isso, 684 pintainhos de corte fêmeas de um dia foram pesados individualmente e distribuídos em um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e seis repetições de 19 aves. Os tratamentos consistiram em uma dieta controle (DC): dieta à base de milho e farelo de soja, atendendo às recomendações nutricionais; uma dieta controle negativo (CN): dieta controle contendo redução de 15% nos níveis de Ca e Pdisp; e quatro CN suplementadas com 0,5; 1,0; 1,5 ou 2,0 μg de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3/\text{kg}$ ração. As variáveis ósseas foram analisadas aos 21 e 33 dias de idade, e o desempenho aos 42 dias. O menor consumo de ração ($P < 0,05$) foi verificado para frangos restritos e sem suplementação de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, sendo um efeito isolado sem interferência no ganho de peso e conversão alimentar. A adição de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ às rações não reverteu os valores de cinza de tibiotarsos de frangos de corte fêmeas restritos aos 21 dias em relação ao controle positivo, porém promoveu manutenção da qualidade óssea e bem-estar das aves observada pela ausência de efeito nas demais variáveis ósseas. E, aos 33 dias foi verificado maior peso de osso para tratamentos suplementados com vitamina D3 ativa de origem herbal. E, ainda, o CN+2,0 μg de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ apresentou maior conteúdo de cinza ($P < 0,05$) em comparação ao controle positivo.

1,25-dihydroxycholecalciferol from plant source (*Solanum glaucophyllum*) maintains the performance and bone quality of female broilers during restriction of calcium and phosphorus

SUMMARY

The supplementation with 1,25-dihydroxycholecalciferol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) has been evaluated as an alternative to reduce dietary concentrations of calcium (Ca) and phosphorus (P). Thus, the objective of this study was to determine the best level of dietary supplementation of $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ from plant source (*Solanum glaucophyllum*) to female broiler chickens restricted in Ca and available P (aP). A total of 684 day-old chicks were weighted and equally distributed in a completely randomized design with six treatments and six replications of 19 birds. Treatments consisted of a positive control (PC): corn- and soybean-meal diet formulated to reach animals' nutritional requirements; a negative control (NC): PC diet with 15% reduction in dietary Ca and aP concentrations; and four NC diets supplemented with 0.5, 1.0, 1.5 or 2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ of $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$. Growth performance was evaluated at 42 days; bone mineralization characteristics, at 21 and 33 days. Broilers fed NC decreased feed intake ($P < 0.05$), but not weight gain and feed conversion ratio. At day 21, the supplementation of NC with $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ did not return tibiotarsus ash to the same level as that observed in broilers fed PC, but it kept other bone characteristics at similar values. At day 33, broilers fed NC supplemented with $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ showed higher bone weight. Overall, broilers fed 2.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ of $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ had higher ash content than those fed PC.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Cinza.
Colecalciferol.
Frango.
Resistência óssea.
Vitamina D3 ativa.

ADDITIONAL KEYWORDS

Active D3 vitamin.
Ash.
Bone strength.
Chickens.
Cholecalciferol.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 10.04.2017
Aceptado/Accepted: 25.06.2018
On-line: 15.07.2018
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
brusamarelloemanuele@gmail.com

INTRODUÇÃO

As estratégias nutricionais, tais como a suplementação de vitaminas e a redução de minerais, principalmente cálcio e fósforo, nos planos alimentares estão direcionadas para a otimização do desenvolvimento corporal e do tecido ósseo das aves. Souza et al. (2013) verificaram que rações suplementadas com níveis de 1,0 ou 2,0 μg de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3/\text{kg}$ ração de origem herbal (*Solanum glaucophyllum*) interferiram positivamente no ganho de peso e na conversão alimentar de frangos de corte restritos em cálcio e fósforo.

A planta *Solanum glaucophyllum* (SG) também conhecida como “espichadeira” é uma espécie da família *Solanaceae* (Okada et al. 1977). A SG apresenta em sua composição, 54,3% de carboidratos; 24,9% de proteínas; 4,1% de água; 17,1% de minerais Bachmann et al. (2013), e glicosídeos de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, de 8,6 a 100 $\mu\text{g}/\text{g}$ de folhas secas, variação que ocorre em função das condições ambientais de cultivo e da genética segundo a European Food Safety Authority (2015).

O fornecimento de vitamina D_3 ativa para frangos de corte objetiva a eficiência dos processos fisiológicos envolvidos na absorção, metabolização e inativação dos compostos formados. Assim, ao adicionar o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ às rações, perdas energéticas são minimizadas, visto que as etapas para adição de hidroxilas OH à molécula não são necessárias.

A forma hormonal da vitamina D ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) foi identificada pela primeira vez no intestino de pintos raquíticos Leghorn branca (Norman 1987). A vitamina D_3 e seus metabólitos participam da regulação da homeostase de cálcio e do fosfato, por meio de mecanismo que aumenta a captação intestinal destes, diminuindo as perdas renais e estimulando a reabsorção óssea, quando necessário (Souza & Vieites 2014).

O $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ tem como principal receptor as células da mucosa intestinal que são responsáveis pela absorção de Ca; e, ainda está relacionado com a expressão de um RNA mensageiro específico, e a subsequente síntese de proteína transportadora de Ca, a calbindina – CaBP (Kussakawa & Faria 1998). Além disso, o $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ é responsável pela absorção intestinal de Ca e P, pela mobilização de Ca a partir do osso, na presença de paratormônio (PTH), e pelo aumento da absorção renal de Ca, regulando, assim, o metabolismo ósseo (Galvão et al. 2013).

A formulação de rações com níveis subótimos de minerais, tais como o Ca e P contribuirá para otimizar os custos de produção, bem como reduzir a excreção destes elementos para o ambiente. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o melhor nível de inclusão suplementar de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ de origem herbal (*Solanum glaucophyllum*) para frangos de corte fêmeas restritos em cálcio e fósforo disponível sobre o desempenho e características ósseas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso – IFMT, *Campus*

São Vicente – CSV, município de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, Brasil, com duração de 42 dias. O projeto obteve Registro no Comitê de Ética para Uso de Animais do IFMT – CEUA-IFMT/SVC, processo n.º. 23197.001804/2013-02.

Foram utilizados 684 frangos de corte fêmeas da marca comercial Cobb®. Foi adotado delineamento em blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos, seis repetições, e 19 aves por unidade experimental. A distribuição em blocos ocorreu para que houvesse maior uniformidade nas parcelas do galpão experimental quanto ao posicionamento dos boxes. Os tratamentos foram: dieta controle (DC), seguindo-se as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011); dieta controle negativo (DCN), com redução em 15% nas recomendações de Ca e P_{disp} ; DCN + 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 μg de vitamina D_3 ativa/kg ração, respectivamente (tabela I). A fonte de vitamina D_3 ativa foi de origem herbal (*Solanum glaucophyllum* industrializada), contendo 10ppm de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3/\text{kg}$, adicionada nas rações em substituição ao inerte. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum*.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, com mureta lateral, telado, pé direito com 3,0 metros de altura, cobertura de telhas de barro, cortinas laterais e ventiladores. Os boxes com dimensões de 1,0 x 1,86 m (1,86 m^2) foram forrados com casca de arroz. O programa de luz adotado durante o período experimental foi o regime de 24 horas de luz (natural + artificial). As temperaturas médias, máxima e mínima, foram de 31,5°C e 21,3°C respectivamente, aferidas diariamente no galpão com termômetros analógicos à altura do dorso dos animais.

O desempenho foi avaliado por meio do consumo de ração (kg/ave), do ganho de peso (kg/ave) e da conversão alimentar (kg/kg). O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a quantidade de ração fornecida descontando-se as sobras (comedouros e baldes). O ganho de peso foi obtido ao final do período experimental, aos 42 dias de idade, por subtração do peso final pelo inicial. A conversão alimentar foi obtida pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso. A mortalidade foi utilizada para o ajuste das variáveis de desempenho segundo Sakomura and Rostagno (2007).

Aos 21 e 33 dias de idade, uma ave/unidade experimental, foi pesada e sacrificada por deslocamento cervical e teve por conseguinte os tibiotarsos removidos, identificados e congelados (-20°C). Nos ossos *in natura* procedeu-se a remoção de todo o tecido aderente, com auxílio de tesoura e pinça; pesagem em balança analítica ($\pm 0,0001\text{g}$); mensurações dos diâmetros (horizontal e vertical) e do comprimento (mm) utilizando paquímetro digital (0-150mm e precisão 0,01mm). Dividindo-se o peso do osso (mg) pelo seu comprimento (mm) foi obtido o índice de Seedor (Seedor, Quartuccio & Thompson 1991).

Para determinação do conteúdo de cinza aos 21 e 33 dias de idade, os tibiotarsos foram desengordurados com éter de petróleo, em aparelho extrator Soxhlet, por 8 horas, e secos em estufa, por 12 horas, para obtenção do peso do osso desengordurado e seco. Em seguida, as amostras de osso desengordurado e seco foram colo-

Tabela I. Composição das rações experimentais na matéria natural (Composition of the experimental rations in the natural matter).

Ingredientes (%)	1-7 dias	8-21 dias	22-33 dias	34-42 dias
Milho	56,542	60,238	64,167	69,370
Óleo de soja	---	0,239	1,062	0,930
Farelo de soja	38,798	35,500	31,278	26,675
Fosfato bicálcico	1,895	1,523	1,215	0,939
Calcário	0,916	0,941	0,847	0,722
Sal	0,512	0,456	0,443	0,418
DL – Metionina (99%)	0,367	0,292	0,236	0,181
L – Lisina HCL (50,7%)	0,466	0,343	0,259	0,228
L – Treonina (99%)	0,120	0,060	0,022	0,000
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico e mineral ^{1,2}	0,200	0,200	0,200	0,200
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010
Antimicrobiano	0,010	0,010	0,010	0,010
Salinomicina	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (areia lavada)	0,052	0,080	0,143	0,209
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais				
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2992,7	3050,0	3150,0	3200,0
Proteína bruta (g/kg)	220,06	208,00	192,00	175,30
Cálcio (g/kg)	9,20	8,31	7,11	5,87
Fósforo disponível (g/kg)	4,70	3,96	3,32	2,74
Sódio (g/kg)	2,22	2,00	1,95	1,85
Potássio (g/kg)	8,74	8,24	7,58	6,89
Cloro (g/kg)	3,58	3,25	3,18	3,03
Metionina+Cistina digestível (g/kg)	9,65	8,64	7,72	6,81
Lisina digestível (g/kg)	13,41	12,01	10,57	9,33
Treonina digestível (g/kg)	8,80	7,80	6,87	6,07
Triptofano digestível (g/kg)	2,54	2,36	2,13	1,89

¹Rovimix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Vit. A - 10.000.000 UI; Vit. D₃ - 2.000.000 UI; Vit. E - 30.000 UI; Vit. B1 - 2,0g; Vit. B6 - 4,0g; Ácido Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit. K3 - 3,0g; Ácido fólico - 1,0g; Ácido nicotínico- 50,0g; Vit. B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0,25g e Veículo q. s. p. - 1.000g. ²Roligomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo de produto: Manganês - 16,0g; Ferro - 100,0g; Zinco - 100,0g; Cobre - 20,0g; Cobalto - 2,0g; Iodo - 2,0g e Veículo q. s. p. - 1.000g; ³Butil-hidroxi-tolueno – BHT; Antimicrobiano - 50% (Stafac[®]) e Salinomicina - 12% (Coxistac[®]).

cadadas em mufla, com elevação gradual de temperatura até 600°C, por quatro horas de acordo com Silva and Queiroz (2002).

Os tibiotarsos *in natura* foram descongelados a temperatura ambiente para a análise de resistência à quebra. O ensaio de flexão foi realizado com máquina universal para ensaios mecânicos, interligada a um

computador com *software* que registrou a carga mecânica aplicada sobre cada amostra. Todos os ossos foram testados na mesma posição, com as extremidades apoiadas em dois suportes apropriadamente afastados de acordo com o comprimento, sendo a carga aplicada no centro (região da diáfise do osso), seguindo-se as especificações da American Society of Agricultural Engineers (1992). A distância entre os apoios (vão) uti-

lizada foi de 4,50 e 5,40 cm, para ossos de 21 e 33 dias de idade, respectivamente. O momento da ruptura do osso foi registrado quilograma força (kgf).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, havendo diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett considerando o nível de 5% de probabilidade, utilizando o *software* para análises estatísticas e genética (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de ração (CR) foi influenciado ($p < 0,05$) pelos tratamentos. Verificou-se que as aves alimentadas com a dieta controle contendo restrição em 15% dos níveis de Ca e P_{disp} apresentaram menores valores de CR quando comparados aos da dieta controle (**Tabela II**). Contudo, o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) não foram alterados. Tal resultado mostrou-se benéfico, uma vez que houve manutenção do desempenho produtivo, com restrição de Ca e P_{disp} aliado ao suplemento de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ de origem herbal nas rações.

A alimentação consiste no item que mais onera a avicultura industrial no Brasil, representando 70% dos custos totais da atividade (Frank et al. 2016). Desse modo, para que esse segmento do agronegócio se mantenha competitivo, faz-se necessário continuamente reduzir os custos. Dentre as alternativas, têm-se o uso de programas alimentares balanceados. Nesse estudo, além da diminuição dos custos, ligada à redução das quantidades de Ca e P_{disp} nas rações, também se faz possível mitigar os impactos ambientais, que seriam advindos do excesso de uso e excreção desses elementos.

Os resultados observados assemelharam-se aos descritos por Roberson and Edward (1996), que ao adicionar 3,0; 6,0 e 9,0 μg de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ nas rações para frangos de corte, não encontraram diferenças significativas para o CR e GP. Souza et al. (2013) apontaram a viabilidade do uso suplementar de vitamina D_3 ativa nas rações para frangos de corte. Segundo os autores, haveria uma sensível melhora na absorção e utilização de Ca e P pelas aves, especialmente em

condições de restrição de Ca e P_{disp} . Fisiologicamente, quando o Ca é fornecido em níveis baixos na dieta, há maior produção de proteínas envolvidas no transporte intracelular de Ca (CaBP), aumentando a eficiência de absorção, melhorando o aproveitamento desse mineral (Costa et al. 2010).

Os pesos *in natura* (PO), comprimentos (CO), índice de Seedor (IS) e a resistência à quebra (RQ) dos ossos das aves aos 21 dias de idade não foram influenciados pela redução de Ca e P_{disp} e/ou acréscimo de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ de origem herbal nas rações (**Tabela III**). Pode-se inferir que as quantidades fornecidas de Ca e P_{disp} estavam em conformidade com o requerimento do tecido ósseo das aves, e que as recomendações preconizadas para os referidos minerais foram elevadas.

Nesse estudo, os valores de Ca e P_{disp} para frangos de corte fêmeas de desempenho superior prescritos por Rostagno et al. (2011) foram reduzidos em 15%. Em 2017, houve atualização das referidas recomendações e verificou-se aumento das quantidades exigidas pelas aves (Rostagno et al. 2017). Se fosse considerada tal mudança, os valores reduzidos de Ca e P_{disp} nesse experimento, perfazeriam 24%, 22%, 20% e 17%, para as fases de 1-7; 8-21; 22-33 e 24-42 dias de idade, respectivamente. A produtividade e as características ósseas das aves não foram comprometidas em virtude dos níveis subótimos de Ca e P_{disp} e/ou adição de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ nas rações. Assim, presume-se que as quantidades ofertadas/estudadas atenderam as exigências dos frangos.

A vitamina D_3 ativa quando fornecida em níveis elevados às aves, pode promover o retardo no crescimento, o eriçamento de penas, a poliúria, a desidratação e a incoordenação de movimentos e a debilidade de patas (Souza & Vieites 2014). No período experimental, não foram observados quaisquer sintomas de toxidez nos frangos de corte fêmeas.

O conteúdo de cinza óssea dos frangos aos 21 dias foi interferido ($p < 0,05$) pela retirada de Ca e P_{disp} das rações. Todavia, as quantidades adicionais de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ não foram suficientes para promover quaisquer alterações no referido conteúdo. A menor deposição mineral pode estar associada à diminuição

Tabela II. Desempenho de frangos de corte fêmeas (Performance of female broilers).

Tratamentos	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar
DC	3,877	2,184	1,775
DCN	3,714 [¥]	2,137	1,738
DCN+0,5 μg $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$	3,979	2,206	1,804
DCN+1,0 μg $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$	3,778	2,167	1,743
DCN+1,5 μg $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$	3,930	2,176	1,806
DCN+2,0 μg $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$	3,859	2,171	1,778
Média	3,856	2,174	1,774
CV (%)	2,09	2,60	3,18
SEM	0,00018	0,00009	0,00009

Médias seguidas pelo símbolo ¥ diferem estatisticamente do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação. SEM = erro do quadrado médio.

Tabela IV. Características ósseas de frangos de corte fêmeas aos 33 dias de idade (Características ósseas de frangos de corte fêmeas aos 33 dias de idade).

Tratamentos	PO (g)	CO (mm)	IS	MMO (%)	RQ (kgf)
DC	10,40	90,59	114,72	45,92	18,64
DCN	10,96	88,22*	124,28*	46,88	18,94
DCN+0,5 µg 1,25(OH) ₂ D ₃	11,85*	90,15	131,41*	45,93	16,00
DCN+1,0 µg 1,25(OH) ₂ D ₃	10,58	89,43	118,30	46,87	15,79
DCN+1,5 µg 1,25(OH) ₂ D ₃	11,48*	92,43	124,18*	44,75*	16,43
DCN+2,0 µg 1,25(OH) ₂ D ₃	10,63	90,46	117,54	47,07*	16,70
Média	10,98	90,21	121,74	46,24	17,08
CV (%)	4,27	1,67	3,72	1,58	13,31
SEM	0,0061	0,0628	0,5704	0,0149	0,1437

Médias seguidas pelo símbolo * diferem estatisticamente do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. CV=Coefficiente de variação. SEM = erro do quadrado médio.

nos níveis de Ca e fosfato sanguíneos. De modo que, o tecido ósseo pode ter sido utilizado como fonte desses elementos para manter níveis circulantes séricos normais, com a consequência de menor disponibilidade nos ossos. Cabe salientar que, não houve modificação da RQ, variável ligada ao bem-estar das aves.

Nos tibiotarsos das aves aos 33 dias foram observadas alterações ($p < 0,05$) morfológicas (Tabela IV). No tratamento em que houve redução de Ca e P_{disp} foi verificado menor comprimento dos ossos. Entretanto, na dieta controle positivo e naquelas com a adição do metabólito da vitamina D₃ foram observados tamanhos similares dos ossos. Tal achado corrobora com o sugerido anteriormente, de exigências superestimadas e ainda que houve atendimento de demanda fisiológica pelo 1,25(OH)₂D₃, na manutenção do desenvolvimento normal ósseo, na situação em que Ca e P_{disp} estiveram reduzidos.

O Índice de Seedor (IS) consiste num indicativo de densidade óssea, de modo que quanto mais elevado o valor encontrado, maior a densidade da peça óssea e vice-versa (Seedor, Quartuccio & Thompson 1991). Os tratamentos com níveis reduzidos de Ca e P_{disp} (controle negativo) associados a 0,5 µg e 1,5 µg de 1,25(OH)₂D₃/kg ração apresentaram maiores IS. Os resultados dessa variável indicaram integridade no preenchimento da matriz orgânica óssea, mesmo com a limitação mineral.

As propriedades ósseas relacionam-se pela interação entre constituintes principais: água, minerais e colágeno. O modo pelo qual esses componentes estão arrançados na matriz determina a qualidade óssea. Esperava-se a piora na RQ dos ossos mediante as menores quantidades de Ca e P_{disp} nas rações, contudo, isso não ocorreu. Tal fato demonstrou a possibilidade de uso de níveis subótimos de Ca e P_{disp} com 1,25(OH)₂D₃ nas dietas dos frangos de corte, sem comprometimento da estrutura óssea.

Hosseini et al. (2016) concluíram que a administração de 1,25(OH)₂D₃ nas rações (0,5 µg/kg) apresentou

efeitos benéficos na força óssea de frangos de corte machos (Ross 308®) de 42 dias de idade. Os autores citados observaram maior zona mineralizada nos ossos. Souza and Vieites (2014) reportaram que o uso de vitamina D₃ e/ou seus metabólitos não tem prejudicado o desempenho zootécnico de frangos de corte. Ainda, tem demonstrado melhorias na utilização do fósforo e aumento no teor de cinza nos ossos. Os achados no presente experimento ratifica os informes dos pesquisadores.

CONCLUSÕES

O fornecimento de vitamina D₃ ativa suplementar proveniente de *Solanum glaucophyllum* e a redução em 15% dos níveis de cálcio e fósforo disponível nas rações para frangos de corte fêmeas, apresenta-se como alternativa nutricional, uma vez que não houve comprometimento das variáveis produtivas e de qualidade óssea das aves.

AGRADECIMENTOS

A segunda autora agradece à Capes/Brasil pela concessão de bolsa de mestrado.

BIBLIOGRAFIA

- American Society of Agricultural Engineers 1992, *ASAE S459: Shear and three-point bending test of animal bone*, American Society of Agricultural and Biological Engineers, Saint Joseph. USA.
- Bachmann, H, Offord-Cavin, E, Phothisirath, P, Horcajada, M, Romeis, P, & Mathis, GA 2013, '1,25-Dihydroxyvitamin D₃-glycoside of herbal origin exhibits delayed release pharmacokinetics when compared to its synthetic counterpart', *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology*, vol. 136, pp. 333-336.
- Costa, CHR, Barreto, SLT, Umigi, RT, Lima, HJD'A, Araujo, MS, & Medina, P 2010, 'Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade)', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 39, no. 8, pp. 1748-1755.
- European Food Safety Authority 2015, *Scientific opinion on the safety of Solanum glaucophyllum standardised leaves as feed material*, EFSA, Parma.

- Frank, R, Nunes, RV, Schone, RA, Parra, AP, & Castilha, LD 2016, 'Desempenho e parâmetros intestinais de frangos Label Rouge recebendo silagem de grãos úmidos de milho', *Revista Ciência Agronômica*, vol. 47, no. 4, pp. 761-769.
- Galvão, LO, Galvão, MF, Reis, CMS, Batista, CMAB, & Casulari, LA 2013, 'Considerações atuais sobre a vitamina D', *Brasília Médica*, vol. 50, no. 4, pp. 324-332.
- Hosseini, SJ, Kermanshahi, H, Nassirimoghaddam, H, Nabipour, A, Mirakzeh, MT, Saleh, H, & Kazemifard, M 2016, 'Effects of 1.25-dihydroxycholecalciferol and hydroalcoholic extract of *Withania coagulans* fruit on bone mineralization and mechanical and histological properties of male broiler chickens', *Brazilian Journal Poultry Science*, vol. 18, no. 1, pp. 73-86.
- Kussakawa, KCK, & Faria, HG 1998, 'Discondroplasia tibial em frangos de corte: aspectos nutricionais', *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, vol. 2, no. 3, pp. 275-282.
- Norman, AW 1987, 'Studies on the vitamin D endocrine system in the avian', *The Journal of Nutrition*, vol. 117, no. 4, pp. 797-807.
- Okada, KA, Carrilho, BJ, & Tilley, M 1977, '*Solanum malacoxylon* sendtner: a toxic plant in Argentina', *Economic Botany*, vol. 31, no. 2, pp. 225-236.
- Roberson, KD, & Edward JR., H 1996, 'Effect of dietary 1.25-dihydroxycholecalciferol level on broiler performance', *Poultry Science*, v. 75, no. 1, pp. 90-94.
- Rostagno, HS, Albino, LFT, Donzele, JL, Gomes, PC, Oliveira, RF, Lopes, DC, Ferreira, AS, Barreto, SLT, & Euclides, RF 2011, *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*, UFV, Viçosa, MG.
- Rostagno, HS, Albino, LFT, Hannas, MI, Donzele, JL, Sakomura, NK, Perazzo, FG, Saraiva, A, Teixeira, ML, Rodrigues, PB, Oliveira, RF, Barreto, SLT, & Brito, CO 2017, *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG.
- Sakomura, NK, & Rostagno, HS 2007, *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*, FUNEP, Jaboticabal.
- Seedor, JG, Quartuccio, HH, & Thompson, DD 1991, 'The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats', *Journal of Bone and Mineral Research*, vol. 6, no. 4, pp. 339-346.
- Silva, DJ, & Queiroz, AC 2002, *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*, 3rd edn, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Sistema para Análises Estatísticas e Genética 2007, versão 9.1, pacote estatístico, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Souza, CS, Vieites, FM, Vasconcellos, CHF, Calderano, AA, Nunes, RV, Ferreira, CM, Pereira, TVS, & Moraes, GHK 2013, 'Suplemento de 1,25 dihidroxicolecalciferol e redução de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte', *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 65, no. 2, pp. 519-525.
- Souza, CS, & Vieites, FM 2014, 'Vitamina D₃ e seus metabólitos para frangos de corte', *Archivos de Zootecnia*, vol. 63, pp. 11-24.