



Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.72, n.4, p.1497-1503, 2020

Parâmetros ósseos de codornas de corte suplementadas com diferentes níveis de vitamina A, de 15 a 35 dias de idade

[Parameters of bone of meat-type quail supplemented with different levels of vitamin A from 15 to 35 days of age]

M.I. Benites¹, C.E. Stanquevis¹, D.O. Grieser^{2*}, T.P. Perine¹, E.M. Finco¹,
I.O. Martins¹, H.M. Lipori¹, S.M. Marcato¹

¹Universidade Estadual de Maringá - Maringá, PR

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Xinguara, PA

RESUMO

Avaliou-se o efeito da utilização de níveis crescentes de vitamina A sobre os parâmetros ósseos de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 1520 codornas, não sexadas, com peso médio inicial de 85±4,25g, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, totalizando oito tratamentos com cinco repetições e 38 codornas por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de oito níveis de suplementação de vitamina A (0; 4.500; 6.000; 7.500; 9.000; 10.500; 12.000 e 13.500UI/kg da dieta). O período experimental foi de 15 a 35 dias de idade. Os ossos analisados apresentaram uma redução linear para o índice de Seedor, resistência óssea e teor de cinzas do fêmur e da tíbia de acordo com os níveis de suplementação de vitamina A. A suplementação de vitamina A para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade mostrou resultados negativos para a qualidade óssea, com a necessidade de mais estudos sobre seu antagonismo com a vitamina D.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix coturnix*, densitometria óssea, resistência óssea, suplementação vitamínica

ABSTRACT

This study evaluated the effect of using increasing levels of vitamin A on bone parameters in meat-type quails from 15 to 35 days old. A total of 1520 unsexed quail with an average initial weight of 85g distributed in a completely randomized design, totaling eight treatments with five replicates and 38 quails per experimental unit were used. The treatments consisted of eight vitamin supplementation levels A (0; 4,500; 6,000; 7,500; 9,000; 10,500; 12,000 and 13,500IU / kg diet). The experimental period was 15 to 35 days of age. The bones analyzed showed a linear reduction to the Seedor index, bone strength and ash content of the femur and tibia according to vitamin supplementation levels. Vitamin A supplementation for cutting quails from 15 to 35 days of age showed negative results for bone quality, with the need for more studies on its antagonism to vitamin D.

Keywords: *Coturnix coturnix coturnix*, bone densitometry, bone resistance, vitamin supplementation

INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade que se destaca com o grande crescimento na produção de carne e ovos, os quais representam uma excelente fonte de proteína animal para seres humanos (Santos *et al.*, 2017). Apesar de a criação estar voltada principalmente para a produção de ovos, a produção de carnes vem ganhando espaço cada dia mais no cenário mundial, uma vez que sua

carne é de alta qualidade e sabor diferenciado (Abreu *et al.*, 2015).

Com o objetivo de essa atividade continuar crescendo e atraindo o interesse de produtores, são necessários mais estudos para a determinação de exigências precisas dessas aves, a fim de se obter máximo desempenho produtivo e não haver desperdício de nutrientes na dieta, já que, na criação de codornas, cerca de 70% dos custos de

Recebido em 14 de março de 2019

Aceito em 6 de janeiro de 2020

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: daianegrieser@gmail.com

produção são com a alimentação (Barros Júnior *et al.*, 2018). As vitaminas, apesar de serem adicionadas em pequenas quantidades, podem chegar a representar até 3% do custo da dieta, sendo as vitaminas A e E correspondentes a 50% do custo total do suplemento vitamínico (Toledo *et al.*, 2006).

A vitamina A é um álcool insaturado de cadeia longa, conhecido como retinol, biosterol ou axeroftol, composta por uma unidade de isopreno, fundamental em muitas substâncias de origem vegetal, possuindo aspecto oleoso, de alta viscosidade. Essa vitamina é obtida via dieta, na forma de transretinol, ésteres de retinil ou caroteno. O carotenoide mais importante é o betacaroteno, o qual é um precursor da vitamina A ou “provitamina A”, porque a sua atividade como vitamina A ocorre apenas após a sua conversão para retinol no interior do corpo. Uma molécula de betacaroteno pode ser clivada por uma enzima intestinal específica em duas moléculas de vitamina A (Nelson e Cox, 2014).

A vitamina A possui diversas funções no organismo, como na visão, na hematopoese, no sistema imune, na diferenciação celular, na reprodução, além de estar envolvida no crescimento (Moghaddam *et al.*, 2010). De acordo com Costa *et al.* (2009), a vitamina A participa do processo de formação da rodopsina, que é um pigmento necessário para adaptação da visão do animal ao escuro, bem como do crescimento e da manutenção dos tecidos esqueléticos.

A deficiência primária de vitamina A resulta da ingestão inadequada de vitamina pré-formada (retinol) e carotenoides (Mahan e Stump, 2000), que são precursores da vitamina A (Álvarez *et al.*, 2014). Já deficiências secundárias resultam em má absorção devido à insuficiência dietética de lipídeos, à insuficiência pancreática ou biliar e à de transporte, prejudicada pela doença hepática, pela desnutrição proteico-calórica ou pela deficiência de zinco (Booth *et al.*, 1992).

De acordo com Nelson e Cox (2014), os animais jovens são mais susceptíveis à deficiência em relação aos adultos, uma vez que não conseguem armazenar a vitamina A, enquanto os adultos armazenam quantidade suficiente da vitamina para suprir as necessidades nutricionais por um longo período de tempo. Rutz (2008) destaca que crescimento retardado, sonolência, debilidade nas

patas e ataxia são os primeiros sintomas clínicos em aves.

A vitamina A possui uma participação na rota do desenvolvimento esquelético, que pode ser explicada, em parte, por estimular a secreção de paratormônio, juntamente com outros fatores, de modo que animais com deficiência de vitamina A apresentam uma pior calcificação e, conseqüentemente, pior desenvolvimento ósseo. Em contrapartida, os excessos dessa vitamina e de compostos a ela relacionados também irão induzir a problemas locomotores (Li *et al.*, 2008). Isso pode acontecer devido a um antagonismo com as vitaminas E e D₃. Jiakui *et al.* (2008) demonstraram isso quando estudaram suplementação de vitamina A em frangos de corte. Eles concluíram que o efeito provável da discondroplasia tibial em frangos de corte é mediado pela depressão da vitamina D causada por altos níveis de vitamina A. O estudo de ambas as vitaminas em salmão por Ornsrud *et al.* (2009) mostrou que o ácido retinoico inibe a formação da matriz óssea e ativa os genes envolvidos na mineralização dessa matriz. A supressão dos níveis de vitamina D₃ poderia explicar, em parte, os efeitos da vitamina A nos ossos.

Um dos grandes desafios da avicultura moderna é lidar com alguns efeitos que podem vir a ser nocivos, resultantes das dietas que proporcionam a máxima expressão do potencial genético dos animais. Dentre estes se destacam os problemas de perna. Assim, objetivou-se com este trabalho verificar a influência da vitamina A sobre os parâmetros ósseos de codornas de corte, a fim de que seja proporcionada uma adequada suplementação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, na Universidade Estadual de Maringá, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Ceua – UEM), número do protocolo 036/2014. Foram utilizadas 1520 codornas de corte, não sexadas, com peso médio inicial de 85±4,25g, alojadas em um galpão convencional, dividido em 40 boxes de 2,5m², com cobertura de telha cerâmica do tipo francesa, piso de terra batida, paredes laterais de alvenaria com telas de arame até o telhado, cortinas laterais e com cama do tipo palha de arroz sobre o piso.

Parâmetros ósseos...

O período experimental foi dos 15 aos 35 dias de idade, sendo as aves pesadas aos 15 dias de idade, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2016), buscando-se uniformizar os pesos médios das unidades experimentais, de forma que todas as unidades tivessem pesos semelhantes. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com um total de oito tratamentos e cinco repetições, com 38 codornas por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de oito níveis de suplementação de vitamina A (0; 4.500; 6.000; 7.500; 9.000; 10.500; 12.000 e 13.500UI/kg de ração).

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja. Para atender

às exigências nutricionais, seguiram-se as recomendações preconizadas por Scherer (2009) para energia metabolizável; por Ton *et al.* (2011) para lisina digestível; e por Silva *et al.* (2009) para cálcio e fósforo disponíveis na dieta, bem como para diferenciar apenas nos níveis de vitamina A (Tab. 1). Os valores de composição química e os valores energéticos dos alimentos foram obtidos de Rostagno *et al.* (2011).

A fonte da vitamina A utilizada foi Microvit® A da Adisseo, sendo o composto usado o acetato de vitamina A com composição de 1.000.000UI de vitamina A. As diluições foram realizadas com casca de arroz moída para atender os níveis desejados.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

Níveis de vit. A (UI/kg)	0	4.500	6.000	7.500	9.000	10.500	12.000	13.500
Ingredientes (%)								
Milho grão	50,76	50,76	50,76	50,76	50,76	50,76	50,76	50,76
Soja farelo (45%)	41,55	41,55	41,55	41,55	41,55	41,55	41,55	41,55
Óleo de soja	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Fosfato bicálcico	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
Sal comum	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
DL-metionina	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
L-lisina	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Calcário	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L- treonina	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Suplem. mineral vitamínica ¹	+ 0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mistura vitamina A ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Exigências nutricionais (%)								
EM (kcal/kg)	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036
Fósforo disponível	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Proteína bruta	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50
Lisina digestível	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Met.+ cist. digestível	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Treonina digestível	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Triptofano digestível	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Cloro	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Potássio	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91

¹Suplementação mineral/vitamínica isenta de vitamina A (níveis de garantia por kg do produto): vit. D3 – 750UI; vit. E – 5.000UI; vit. B1 – 625mg; vit. B2 – 1.500mg; vit. B6 – 1.250mg; vit. B12 – 5.000mcg; vit. K3 – 750mg; pantotenato de cálcio – 3.000mg; niacina – 6.000mg; ác. fólico – 250mg; biotina – 50,0mg; colina – 75mg; BHT – 1.000mg; zinco – 13,0g; ferro – 12,0g; manganês – 15,0g; cobre – 2.500mg; iodo – 250mg; cobalto – 50mg; selênio – 63mg; veículo q.s.p. 1.000g.

²Mistura vitamina A: 100000UI. Foram feitas as diluições da vitamina A, formando-se os níveis desejados (4500UI; 6000UI; 7500UI; 9000; 10500UI; 12000UI; 13500UI).

A dieta e a água foram fornecidas *ad libitum* para as codornas em comedouros tubulares e bebedouros tipo pendular. O programa de iluminação foi luz natural mais artificial, totalizando 24 horas de luz durante todo o período experimental. Os dados de temperatura ambiente foram coletados no início da manhã (oito horas) e à tarde (15h), durante todo o período experimental, por intermédio de termômetros dispostos em três pontos distintos do galpão (início, meio e fim), registrando-se, assim, a temperatura máxima e mínima (°C) dentro e fora do boxe, com média de 28,3 e 21,2°C respectivamente.

Aos 35 dias de idade, foram selecionadas duas aves por unidade experimental, pelo peso médio ($\pm 10\%$) de cada unidade, para realização das análises referentes aos parâmetros ósseos. Foram, então, abatidas conforme a Comissão de Ética no Uso de Animais em experimentação (Protocolo 036/2014), para a coleta do fêmur e da tíbia esquerda, onde foram realizadas as análises de índice de Seedor, densitometria óssea, resistência óssea e teor de cinzas.

Após a coleta, os ossos foram identificados e congelados (-18°C) até o início das análises dos parâmetros ósseos. Para início das análises, foram, então, descongelados e retiraram-se os tecidos envolventes (tecido muscular aderido) com o auxílio de tesouras e pinças. Para determinação do índice de Seedor (Seedor *et al.*, 1996), o fêmur e a tíbia foram pesados em balança de precisão e foi medido o comprimento com auxílio de um paquímetro digital.

Índice de Seedor = peso dos ossos (mg) / comprimento (mm).

Esses ossos foram mergulhados em éter de petróleo, por um período de 24 horas, para serem desengordurados e, então, secos em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, para se prosseguir com a sequência de análises. A determinação da densidade óptica radiográfica foi realizada na Clínica Odontológica do Hospital Universitário de Maringá, sendo as peças ósseas colocadas sob o filme (marca Kodak Intraoral E-Speed Film, size 2, tipo periapical), todas na mesma posição, contendo um *stepwedge*, quando, então, foram radiografadas por um aparelho de raios X odontológico DabiAtlante®, modelo Spectro 70X eletrônico (DabiAtlante, Ribeirão Preto, Brasil), operando a 70kVp, 8mA, com

tempo de exposição de 0,2 segundo e o feixe de raios X incidindo perpendicularmente em relação ao filme, à distância foco-filme de 6cm.

Após a obtenção das radiografias, o processamento das películas radiográficas foi realizado por meio de uma processadora automática da Revel Indústria e Comércio de equipamentos Ltda., com tempo de trabalho de 150 segundos, operando com soluções da Kodak RP X-Omat.

As digitalizações das radiografias foram feitas no programa Image Tool® (versão 3.0, University of Texas Health Science Center at San Antonio, UTHSCSA, EUA, <ftp://maxrad6.uthscsa.edu/>) e gravadas em arquivos com extensão JPG progressivo. Subsequentemente, foi realizada leitura das radiografias para a determinação da densidade das peças ósseas. Para isso, foi utilizado o *software* Adobe Photoshop CS6, por meio da ferramenta pertencente a ele, conhecida como histograma, que analisa a densidade radiográfica da área selecionada, a qual se encontra distribuída em uma escala de cores, mais especificamente o cinza, que possui 256 tons, em que o valor 0 (zero) representa o preto e o valor 256 representa o branco.

A determinação da densidade óssea foi aferida selecionando-se três pontos centrais do osso com tamanho fixo 10 px x 10 px, sendo, então, obtida a média. Para o referencial radiográfico, foi utilizada uma escala de alumínio de 10 degraus com 1mm de espessura entre um degrau e outro. Os dados obtidos em valores de cinza foram convertidos em valores relativos à espessura da escala de alumínio, sendo todos comparados ao terceiro degrau dessa escala.

As análises de resistência foram realizadas em uma prensa para ensaios de resistência à compressão não confinada, em corpos de prova de solos coesivos, e os valores expressos em quilograma força (kgf). As peças ósseas foram posicionadas em apoio da região das epífises, ficando sem apoio na região central. A posição escolhida foi a anteroposterior, para evitar que ossos se deslocassem no momento da quebra. A força foi aplicada na região central em todos os ossos, a velocidade de descida da sonda por aplicação da força foi de 5mm/s e a carga de 500N (Newton) para todos os ossos, sendo a força aplicada mensurada no momento anterior à ruptura do osso.

Parâmetros ósseos...

Por fim, esses ossos foram pesados em balança analítica (0,0001g), secos em estufas a 105°C, por 24 horas, pesados novamente para determinação do teor de matéria seca, calcinados em mufla a 500°C, por cinco horas, e pesados novamente para determinação do teor de cinzas. As variáveis estudadas foram avaliadas por meio do *software* SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), realizando-se análise de variância e posterior regressão polinomial (P<0,08).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ossos analisados apresentaram diferenças, tendo os níveis de suplementação de vitamina A causado uma redução linear para o índice de Seedor (P<0,0366 e P<0,0189), a resistência óssea (P<0,0426 e P<0,0044) e o teor de cinzas

(P<0,0669 e P<0,0578), respectivamente para fêmur e tíbia. Porém, não houve alteração na densidade óssea do fêmur e da tíbia (Tab. 2). Quanto menor o valor das três variáveis influenciadas, menor a qualidade do osso.

O decréscimo do índice de Seedor pode sugerir menor preenchimento da matriz inorgânica do osso, pois é a principal medida que exerce influência nessa variável: quanto menor o valor, menos denso é o osso. Se as codornas chegassem a atingir um maior peso, esse fato poderia induzir a um futuro problema de discondroplasia tibial. Tavares *et al.* (2013), ao trabalharem com frangos de corte, encontraram que aves afetadas com a doença mostraram menores valores para a análise de índice de Seedor.

Tabela 2. Valores médios de parâmetros ósseos de codornas de corte aos 35 dias de idade, em função dos diferentes níveis de suplementação de vitamina A

Vitamina A (UI/kg)	0	4.500	6.000	7.500	9.000	10.500	12.000	13.500	CV%
Fêmur									
IS (mg/mm)	18,36	19,28	18,56	18,22	18,42	17,97	17,90	17,48	6,81
DO (mm Eq/Al)	106,92	95,61	105,90	101,98	108,15	100,51	117,16	109,18	19,66
REO (kgf)	48,42	47,91	49,93	48,07	42,28	48,71	41,46	45,28	9,31
CZ (%MS)	48,64	47,03	51,91	45,75	43,53	45,64	44,52	49,17	5,40
Tíbia									
IS (mg/mm)	18,17	17,81	17,40	17,92	17,66	16,98	16,49	16,74	8,14
DO (mm Eq/Al)	112,98	104,83	108,12	123,54	114,96	89,24	112,86	112,66	16,58
REO (kgf)	60,70	56,46	45,07	52,86	46,09	52,02	45,13	47,05	12,19
CZ (%MS)	52,68	52,02	50,86	51,22	48,13	51,09	49,33	50,82	6,07
Equação de regressão					R ²	Efeito	P		
IS fêmur = 19,0061 - 0,0000912593x					0,50	Linear	0,0366		
IS tíbia = 18,3374 - 0,00011804x					0,74	Linear	0,0189		
REO fêmur = 49,3677 - 0,00034590x					0,29	Linear	0,0426		
REO tíbia = 57,7058 - 0,000930632x					0,46	Linear	0,0044		
CZ fêmur = 48,5831 - 0,00022938x					0,14	Linear	0,0669		
CZ tíbia = 52,4847 - 0,000211833x					0,44	Linear	0,0578		

Índice de Seedor (IS); densidade óssea (DO); resistência óssea (REO); concentração de cinzas (CZ).

O osso é um tecido complexo, composto pelas matrizes orgânicas e inorgânicas, que oferecem suporte e resistência mecânica. A matriz inorgânica, principalmente hidroxiapatita, fornece a resistência à compressão, e a matriz orgânica, composta predominantemente por colágeno, oferece resistência à tensão e serve de suporte para a incorporação da matriz orgânica. O fato de os ossos analisados apresentarem uma menor resistência para ensaios à compressão confirma a baixa mineralização, pois, à medida que os níveis de vitamina A aumentaram na dieta, a resistência

e o teor de matéria inorgânica dos ossos foram reduzindo.

A redução linear do teor de cinzas confirmou o que sugeriram as análises de índice de Seedor e de resistência de que a matéria inorgânica do osso diminuiu à medida que aumentaram os níveis de vitamina A. Embora a densidade dos ossos não tenha apresentado efeito, fica evidente a influência da vitamina A no baixo teor de cinzas, o que sugere que a análise de densitometria dos ossos não tenha sido um bom parâmetro para este

trabalho, bem como que esse resultado pode ter sido causado pelo alto coeficiente de variação da densidade.

Os resultados encontrados para os parâmetros ósseos reforçam a hipótese de que concentrações elevadas de vitamina A na dieta interferem na absorção de vitamina D, no intestino, pois ambas competem pelo mesmo sítio de absorção (Veltmann *et al.*, 1986), e a vitamina D é fundamental para a absorção de cálcio. Britton (1992) estudou os efeitos causados por um excesso de vitamina A na dieta de frangos, utilizando-se três níveis de vitamina A (5.000; 50.000 e 150.000UI kg⁻¹ dieta) e dois de vitamina D (0 ou 1000ICU) nas rações, e concluiu que a severidade da discondroplasia aumentou nas aves alimentadas com ração deficiente em vitamina D e com os maiores níveis de vitamina A.

CONCLUSÃO

A suplementação de vitamina A para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade mostrou resultados negativos para a qualidade óssea, o que reforça a necessidade de mais estudos sobre seu antagonismo com vitamina D.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.R.A.; RODRIGUEZ, M.D.P.; MOREIRA, R.L. *et al.* Desempenho dos cruzamentos de quatro linhagens de codornas europeias. SIMPÓSIO MINEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., / SEMANA DE ZOOTECNIA, 10., 2015, Diamantina. *Anais...*, Diamantina: UFVJM, 2015.
- ÁLVAREZ, R.; VICARIO, I.M.; MELÉNDEZ-MARTINEZ, A.J. Effect of different carotenoid-containing diets on the vitamin A levels and colour parameters in Iberian pigs tissues: utility as biomarkers of traceability. *Meat Sci.*, v.98, p.187-192, 2014.
- BARROS JÚNIOR, R.F.; LANA, G.R.Q.; LANA, S.R.V. *et al.* Resíduo da polpa do maracujá como alimento alternativo para codornas europeias fêmeas. *Rev. Ciênc. Agríc.*, v.16, p.9-12, 2018.
- BOOTH, S.L.; JOHNS, T.; KUHNLEIN, H.V. Natural food sources of vitamin A and provitamin A. *Food Nutr. Bull.*, v.14, p.6-19, 1992.
- BRITTON, W.M. Dietary vitamin A effect on broiler chick cholecalciferol requirement. *Poult. Sci.*, v.71, 1992.
- COSTA, D.A.; SALIBA, E.O.S.; OLIVEIRA M.C. Vitaminas na alimentação de ruminantes. *Cad. Téc. Zootec. Vet.*, n.63, p.1-24, 2009.
- JIAKUI, L.; DINGREN, B.; SIYI, P. *et al.* Effects of high dietary vitamin A supplementation on tibial dyschondroplasia, skin pigmentation and growth performance in avian broilers. *Res. Vet. Sci.*, v.84, p.409-412, 2008.
- LI, J.; BI, D.; PAN, S. *et al.* Effects of high dietary vitamin A supplementation on tibial dyschondroplasia, skin pigmentation and growth performance in avian broilers. *Res. Vet. Sci.*, v.84 p.409-412, 2008.
- MAHAN, L.K.; STUMP, S.E. What is a vitamin. In: KRAUSE, S. *Food nutrition, & diet therapy*. 10.ed. Philadelphia: Saunders Company, 2000. p.68-109.
- MOGHADDAM, H.S.; MOGHADDAM, H.N.; KERMANSHAHI, H. *et al.* The Effect of vitamin A on Mucin2 gene expression, histological and performance of broiler chicken. *Global Vet.*, v.5, p.168-174, 2010.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. *Lehninger: princípios da bioquímica*. 6.ed. São Paulo: Sarvier, 2014. 1298p.
- ORNSRUD, E.; LOCK, E.J.; GLOVER, C.N. Retinoic acid cross-talk with 1,25(OH)₂ D₃ activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Endocrinol.*, v.202, p.473-482, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. p.186.
- RUTZ, F. *Absorção de vitaminas*. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Funep, 2008. p.149-165.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016. p.262.
- SANTOS, J.S.; CUNHA, F.S.A.; SILVA, R.A.C. *et al.* Farelo de palma da alimentação de codornas. *Rev. Eletrôn. Nutritime*, v.14, p.5093-5099, 2017.

Parâmetros ósseos...

SCHERER, C. *Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento*. 2009. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

SEEDOR, T.; WATANABE, E.; KADOWAKI, W. Effect of dietary and arginine levels on bone development in broiler chicks. *Anim. Sci. Technol.*, v.67, p.7-13, 1996.

SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. *et al.* Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.1509-1517, 2009.

TAVARES, M.R.; SANTANA, S.N.S.; ALVA, J.C.R. *et al.* Avaliação morfológica e densitométrica do tibiotarso e metatarso de

frangos de corte normais e com discondroplasia tibial. *Rev. Educ. Cont. Med. Vet. Zootec.*, v.11, p.74-74, 2013.

TOLEDO, G.S.; KLOECKNER, P.; LOPES, J. *et al.* Níveis das vitaminas A e E em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. *Ciênc. Rural*, v.36, p.624-629, 2006.

TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. *et al.* Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, p.593-601, 2011.

VELTMANN, J.R.; JENSEN, L.S.; ROWLAND, G.N. Excess dietary vitamin A in the growing chick: effect of fat source and vitamin D. *Poult. Sci.*, v.65, p.153-163, 1986.