

Níveis de suplementação de vitamina K para codornas de corte em crescimento de 15 a 35 dias de idade

[Vitamin K supplementation for meat quail in growth of 15 to 35 days old]

C.E. Stanquevis, S.M. Marcato, A.C. Furlan, T.P. Perine, E. Batista,
D.O. Grieser, V. Zancanela, M.I. Benites

Universidade Estadual de Maringá – UEM – Maringá, PR

RESUMO

O presente experimento foi realizado com o objetivo de determinar os níveis de suplementação de vitamina K para codornas de corte. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com oito tratamentos, cinco repetições e 38 codornas por unidade experimental. Os níveis de suplementação de vitamina K foram: 0; 0,7; 1,0; 1,3; 1,6; 1,9; 2,2; 2,5mg/kg de ração. Não houve influência dos níveis de suplementação de vitamina K sobre o consumo de ração, peso corporal, ganho de peso, biomassa corporal acumulada e conversão alimentar, como também não foram alterados o peso, a densidade óssea, a resistência óssea e a concentração de cinzas no fêmur e na tíbia, o comprimento e o índice de Seedor do fêmur e o diâmetro da tíbia. O diâmetro e a concentração de cálcio no fêmur bem como o comprimento e a concentração de cálcio na tíbia responderam de forma quadrática ($P<0,05$), sendo os melhores níveis encontrados de 1,33; 1,42; 1,59 e 1,42mg de vitamina K, respectivamente. O tempo de protrombina, a concentração de cálcio no soro e a fosfatase alcalina também não foram afetados significativamente. Conclui-se que os níveis de suplementação não influenciaram o desempenho, portanto rações à base de milho e farelo de soja são suficientes para atender às necessidades de vitamina K das codornas nessa fase.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix*, desempenho, parâmetros ósseos, requerimento nutricional

ABSTRACT

An experiment was carried out in order to determine the levels of vitamin K for meat quails. The experimental design was completely randomized with 8 treatments, 5 repetitions and 38 quails per experimental unit. The levels of vitamin K supplementation were 0; 0.7; 1.0; 1.3; 1.6; 1.9; 2.2; 2.5 mg/kg diets. There was no influence in the levels of vitamin K supplementation on feed intake, body weight, weight gain, biomass accumulated body and feed conversion. It also didn't affect the weight, bone density, bone strength and concentration of ash in the femur and tibial, length, index of Seedor femur and tibial diameter. Femur diameter and femur calcium concentration and the tibial length and tibial calcium concentration showed a quadratic response, with the highest levels found 1.33; 1.42; 1.59 and 1.42 mg of vitamin respectively. Prothrombin time, concentration of serum calcium and alkaline phosphatase levels also were not significantly affected. In conclusion, levels of supplementation did not influence the performance of meat quails, so diets based on corn and soybean meal are sufficient to meet the needs of the meat quails at this stage.

Keywords: bone parameters, *Coturnix coturnix*, nutritional requirement, performance

INTRODUÇÃO

A nutrição, juntamente com ambiência e manejo, é um dos fatores principais para que as aves expressem todo seu potencial genético. Porém, as informações a respeito das exigências das

codornas de corte (*Coturnix coturnix*) ainda são escassas. Como consequência, a produção é realizada com base nas informações disponíveis sobre codornas de postura da linhagem japonesa (*Coturnix japonica*), conforme retratado por Almeida *et al.* (2002).

Recebido em 19 de setembro de 2016

Aceito em 21 de novembro de 2016

E-mail: carol.stanquevis@gmail.com

Níveis de suplementação...

As vitaminas são micronutrientes considerados essenciais na alimentação das aves, dentre elas encontra-se a vitamina K. McDowell (2006) relata que a vitamina K geralmente é adicionada em maiores quantidades nas dietas das aves em razão do menor nível de síntese intestinal que ocorre em aves por possuírem trato intestinal mais curto e taxa de passagem dos alimentos mais rápida.

Essa vitamina é conhecida devido ao seu papel na coagulação sanguínea, pois ela é fundamental para a síntese hepática dos fatores de coagulação. E também está envolvida na mineralização e na formação dos ossos por meio da relação de carboxilação da osteocalcina (Zhang *et al.*, 2003). Na carboxilação do ácido glutâmico (componente das proteínas ósseas, como é o caso da osteocalcina), essas proteínas carboxiladas possuem maior afinidade para o cálcio e são importantes na incorporação dele no osso. No caso de deficiência de vitamina K, há prejuízo na reação de carboxilação, gerando proteínas subcarboxiladas, formas sem atividade biológica (Kumar e Kane, 2005).

Frente à importância dessa vitamina, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de vitamina K para codornas de corte de 15 a 35 dias, avaliando-se o desempenho e os parâmetros referentes à qualidade óssea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, na Universidade Estadual de Maringá – UEM, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação desta universidade (Protocolo 036/2014).

Foram utilizadas 1.520 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de 15 a 35 dias, alojadas num galpão convencional, dividido em boxe, com cama do tipo palha de arroz sobre o piso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), totalizando oito tratamentos com cinco repetições e 38 codornas por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de oito níveis de suplementação de vitamina K (0; 0,7; 1,0; 1,3; 1,6; 1,9; 2,2; 2,5mg/kg de ração).

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja para atender às exigências nutricionais e diferenciaram apenas nos níveis de vitamina K (Tab. 1). Os valores de composição química e os valores energéticos dos alimentos foram obtidos de Rostagno *et al.* (2011).

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

Ingredientes	(%)
Milho grão	50,76
Farelo de soja (45%)	41,35
Óleo de soja	3,90
Fosfato bicálcico	1,56
Sal comum	0,46
DL-metionina (99%)	0,44
Suplementação mineral-vitamina ¹	0,40
L-lisina HCL	0,36
Calcário	0,30
L- treonina	0,16
Mistura de vitamina K ²	0,10
Antioxidante ³	0,01
Peso total	100,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.036
Fósforo disponível (%)	0,41
Cálcio (%)	0,61
Proteína bruta (%)	23,50
Lisina digestível (%)	1,45
Metinina +cistina digestível (%)	1,04
Treonina digestível (%)	0,27
Cloro (%)	0,32
Sódio (%)	0,20
Potássio (%)	0,91

¹Suplementação mineral-vitamina isenta de vitamina K (níveis de garantia por kg do produto): vit. A – 2250.000UI; vit. D3 – 500UI; vit. E – 2.000UI; vit. B1 – 312mg; vit. B2 – 1.000mg; vit. B6 – 495mg; vit. B12 – 3.333mcg; pantotenato de cálcio – 3.166mg; niacina – 6.533mg; ác. fólico – 133mg; biotina – 16,0mg; colina – 100mg; BHT – 1.890mg; zinco – 15,0g; ferro – 13,0g; manganês – 17,0g; cobre – 3.000mg; iodo - 279mg; cobalto – 56mg; selênio – 81,0mg; veículo q.s.p. 1.000g.

²Mistura vitamina K: 500mg/g. Foram feitas as diluições da vitamina K3 formando os níveis desejados (0,7mg/kg; 1,0mg/kg; 1,3mg/kg; 1,6mg/kg; 1,9mg/kg; 2,2mg/kg; 2,5mg/kg).

³ BHT(Butil-hidroxitolueno).

Durante todo o período experimental, a ração e a água foram fornecidas à vontade, em comedouros tubulares e bebedouros automáticos do tipo pendular. O programa de luz utilizado totalizou 24 horas de luz, sendo luz natural mais luz artificial.

Para avaliação de desempenho zootécnico, as codornas foram pesadas semanalmente, e simultaneamente foram realizadas as pesagens das rações experimentais fornecidas para determinação do consumo de ração (g/ave), do peso corporal (g), do ganho de peso (g), da conversão alimentar (g/g) e da biomassa corporal acumulada (%) obtida em relação ao ganho de peso e ao peso inicial.

Para a determinação do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram utilizadas duas codornas (um macho e uma fêmea) por unidade experimental. Para esse cálculo, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e a cabeça, em relação ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de cortes, foi considerado o rendimento de peito e pernas (coxa e sobrecoxa) com pele e osso, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Essas mesmas aves foram utilizadas para realização das análises referentes aos parâmetros ossos, sendo, então, retirados o fêmur e a tibia direita, onde foram realizadas as análises de índice de Seedor, densitometria óssea, resistência óssea e teor de cinzas e cálcios nesses ossos.

Para determinação do índice de Seedor (Seedor et al., 1996), o fêmur e a tibia foram pesados em balança de precisão, e foi medido o comprimento com auxílio de um paquímetro digital. 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 prosseguirem as análises.

A determinação da densidade óptica radiográfica foi realizada utilizando-se um aparelho de raios X odontológico DabiAtlante®, modelo Spectro 70x eletrônico (DabiAtlante, Ribeirão Preto, Brasil), sendo as peças ósseas colocadas sob o filme (marca Kodak Intraoral E-Speed Film, size 2, tipo periapical), todas na mesma posição. Após a obtenção das radiografias, o processamento das películas radiográficas foi realizado por meio de uma processadora automática 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, utilizando-se o software “Adobe Photoshop CS6”, por meio da ferramenta “Histograma”. 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, utilizou-se uma escala de alumínio de 10 degraus com 1 mm 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 anteroposteriormente em apoio da região das epífises, ficando sem apoio na região central. 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 utilizada foi de 500N (Newton), sendo a força aplicada mensurada no momento anterior à ruptura do osso.

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, pesados novamente para determinação do teor de cinzas, e, então, utilizou-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) para determinação do cálcio.

Para a análise do tempo de protrombina, foi utilizada uma ave por unidade experimental, que foi submetida a jejum alimentar de seis horas. A coleta do sangue foi realizada pela veia ulnar, armazenada em tubos de ensaio com anticoagulante citrato de sódio, e o material foi enviado imediatamente ao laboratório de hematologia (Lepac) da Universidade Estadual de Maringá.

Níveis de suplementação...

Outra ave submetida às mesmas condições foi utilizada para demais análises de sangue. A dosagem da enzima fosfatase alcalina e a concentração de cálcio no sangue foram realizadas em espectrofotômetro (modelo bioplus 2000), utilizando-se kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda.).

As variáveis estudadas foram avaliadas por meio do programa estatístico SAEG (Sistema..., 2000), realizando-se análise de variância e posterior regressão polinomial ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes níveis de suplementação de vitamina K não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de ração (CR), o peso corporal (PC), o ganho de peso (GP), a biomassa corporal acumulada (BCA) e a conversão alimentar (CA) em função dos níveis de suplementação de

vitamina K nessa fase (Tab. 2). Os níveis de suplementação de vitamina K exerceram efeito quadrático ($P < 0,05$) no rendimento de carcaça (RC) e no rendimento de pernas (RPERNAS) (Tab. 3).

Provavelmente, em função da disponibilidade da vitamina K nos ingredientes fornecidos nas rações experimentais, a dieta sem suplementação (0%) pode ter sido suficiente para fornecer a quantidade necessária dessa vitamina. Assim, conclui-se não haver necessidade de suplementação de vitamina K para codornas de corte de 15 a 35 dias, em rações à base de milho e farelo de soja. Outra explicação para a ausência de significância pode ser atribuída à utilização de vitamina K₂, fornecida por bactérias do trato intestinal. Lesson e Summers (2001) relatam que a produção pela microflora intestinal é uma importante fonte de vitamina K.

Tabela 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de suplementação de vitamina K

Vit. K (mg/kg)	PC (g)	CR (g/ave)	GP (g)	CA (g/g)	BCA (%)
0,00	222,78	447,11	136,29	3,28	157,57
0,70	222,14	450,61	136,36	3,30	158,98
1,00	222,69	460,73	136,42	3,38	158,17
1,30	222,59	447,73	136,71	3,27	159,18
1,60	223,47	456,30	136,76	3,34	157,74
1,90	222,65	451,58	136,95	3,30	154,79
2,20	222,77	454,96	136,62	3,33	158,63
2,50	221,82	456,46	135,84	3,36	157,99
Probabilidade	0,2284	0,1093	0,1993	0,0755	0,1956
CV%	1,337	2,393	2,017	2,753	2,198

Coefficiente de variação (CV); peso corporal (PC); consumo de ração (CR); ganho de peso (GP); conversão alimentar (CA); biomassa corporal acumulada (BCA).

Tabela 3. Valores médios de rendimento de carcaça de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos diferentes níveis de suplementação de vitamina K

Vit. K (mg/kg)	RC (%)	RPEITO (%)	RPERNAS (%)
0,00	61,13	26,68	14,61
0,70	61,70	26,25	15,05
1,00	62,91	26,98	15,23
1,30	62,33	27,45	15,06
1,60	62,74	27,53	15,46
1,90	62,47	26,77	15,34
2,20	62,29	27,33	15,23
2,50	62,05	26,54	15,18
Probabilidade	0,0219	0,1375	0,0440
CV%		11,967	9,952
Equação de regressão		R ²	Efeito Estimativa
RC= 61,0592 + 0,019719x - 0,0000632496x ²		0,77	quadrático 1,56
RPERNAS= 14,5917 + 0,00802858x - 0,0000225236x ²		0,84	quadrático 1,78

Estudos sobre o efeito de suplementação da vitamina K no desempenho de aves são escassos, tendo em vista que a suplementação dessa vitamina era estudada apenas visando aos aspectos de coagulação sanguínea.

Outro aspecto a ser considerado relaciona-se às recomendações de vitamina K para codornas de corte, que são baseadas nas tabelas brasileiras para frango de corte. Rostagno *et al.* (2011) recomendam, para frangos de corte de 22 a 33 semanas de idade, 1,50mg e, para aqueles de 34 a 42 semanas, 1,13mg. Mesmo desatualizadas, as tabelas do NRC (1994) citam valores de 1,5mg de vitamina K para codornas europeias. Silva e Costa (2009) preconizam 0,55mg de vitamina K para codornas em crescimento.

Como encontrado neste trabalho, Zhang *et al.* (2003), ao estudarem o efeito de suplementação

de vitamina K (0,5; 2,0; 8,0; 32,0 e 128,0mg/kg) para frangos de corte, não observaram resultados significativos no desempenho da quarta à sexta semana, porém, da sexta à sétima semana, verificaram diferenças significativas no ganho de peso e na eficiência alimentar. Duarte *et al.* (2014) também trabalharam com diferentes níveis de suplementação de vitamina K (11,6; 21,6; 41,6; 61,6 e 81,6mg/kg) e não encontraram diferenças significativas no desempenho da fase final de frangos de corte.

O diâmetro (DIAMF) e a concentração de cálcio (CAF) no fêmur e o comprimento (COMPT) e a concentração de cálcio (CAT) na tíbia responderam de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de vitamina K da dieta (Tab. 4). Os melhores níveis encontrados foram 1,33; 1,42; 1,59 e 1,42mg/kg de vitamina K para DIAMF, CAF, COMPT e CAT, respectivamente.

Tabela 4. Valores médios de parâmetros ósseos de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos diferentes níveis de suplementação de vitamina K

Vit. K (mg/kg)	PESO (g)	DIAM (mm)	COMP (mm)	IS (mg/mm)	DO (mmEq/Al)	RO (kgf)	CCZ (%MS)	CCA (%MS)	
Fêmur									
0,00	0,96	2,97	43,21	22,13	1,86	47,78	41,60	10,49	
0,70	1,00	3,03	43,52	23,04	1,94	47,17	40,64	12,42	
1,00	1,08	3,10	43,63	24,71	1,98	51,41	40,94	11,67	
1,30	0,92	3,18	43,08	21,34	1,81	43,31	40,61	12,19	
1,60	0,88	3,09	43,48	20,57	1,99	52,49	39,89	11,58	
1,90	0,95	3,06	43,04	22,44	1,83	43,58	41,62	13,10	
2,20	0,99	3,04	43,68	22,70	1,91	45,41	41,00	12,13	
2,50	0,99	3,00	43,58	22,64	1,91	47,75	38,71	10,65	
Prob.	0,3916	0,0118	0,2740	0,3889	0,3021	0,3172	0,1581	0,0083	
CV%	14,060	4,695	4,314	11,627	7,463	16,530	6,391	10,199	
Tíbia									
0,00	1,10	2,86	51,45	22,79	1,97	58,79	44,95	12,87	
0,70	1,19	2,94	54,46	21,79	2,17	50,39	47,60	13,25	
1,00	1,22	2,86	56,08	21,66	2,09	54,25	47,22	13,51	
1,30	1,11	2,86	54,45	20,37	2,07	56,04	47,40	13,97	
1,60	1,08	2,09	55,09	19,55	2,10	57,30	46,29	13,47	
1,90	1,12	2,78	54,96	20,30	1,98	52,86	45,78	13,33	
2,20	1,13	2,89	55,35	20,37	2,10	58,52	45,77	13,67	
2,50	1,10	2,78	54,24	20,34	2,08	59,53	45,85	13,65	
Prob.	0,2259	0,0968	0,0104	0,0355	0,1707	0,1721	0,1693	0,0152	
CV%	12,117	6,100	4,477	14,459	7,856	23,433	8,720	9,352	
Equação de regressão							R ²	Efeito	Estim.
DIAMF= 2,95988 + 0,00225660x - 0,00000851005x ²							0,72	Quad.	1,33
CCAF= 10,4945+ 0,0258063x - 0,0000909664x ²							0,48	Quad.	1,42
IST= 22,4051 -0,0107765x							0,69	Linear	
COMPT= 51,7029 + 0,047091x - 0,000148195x ²							0,80	Quad.	1,59
CCAT= 10,4945 + 0,0258063x - 0,0000909664x ²							0,48	Quad.	1,42

Conversão alimentar (CA); diâmetro (DIAM); comprimento (COMP); índice de Seedor (IS); densidade óssea (DO); resistência óssea (REO); concentração de cinzas (CCZ); concentração de cálcio (CCA).

Níveis de suplementação...

Para codornas de corte de 15 a 35 dias, notou-se que a vitamina K exerce influência na mineralização óssea, visto que os dois ossos longos analisados foram influenciados na concentração de cálcio pelos níveis de suplementação estudados. A osteocalcina, ou proteína Gla do osso, é uma das proteínas conhecidas dependentes da vitamina K (Dôres *et al.*, 2001), sendo uma proteína produzida por osteoblastos durante a formação da matriz óssea (Mijares *et al.*, 1998).

Diferentemente do resultado encontrado neste trabalho, Zhang *et al.* (2003) não verificaram resultados significativos para parâmetros ósseos na fase de crescimento (três a cinco semanas) e fase final (seis a sete semanas) ao avaliarem a suplementação de vitamina K para frangos de corte. No entanto, obtiveram respostas positivas na fase inicial (zero a três semanas). Os autores também validaram o mecanismo de ação da vitamina K na qualidade óssea, observando que a vitamina K aumenta a carboxilação da osteocalcina. A osteocalcina parece estar envolvida no controle do processo de mineralização do osso, prevenindo a mineralização excessiva (Young, 2003).

O tempo de protrombina (TP), a concentração de cálcio no soro (CCS) e a concentração fosfatase alcalina (CFA) não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de suplementação estudados (Tab. 5).

A vitamina K é conhecida como um cofator de coagulação. Um modo de registrar a tendência de coagulação sanguínea é medindo o tempo de protrombina. Nesse exame, é registrado o tempo, em segundos, que o plasma sanguíneo leva para a total coagulação. Esses fatores de coagulação (fator II, VII, IX e X) são ativados na presença de vitamina K. A não significância pode ser explicada devido à disponibilidade dessa vitamina nos ingredientes fornecidos nas rações experimentais. Suttie (1992) relata que, em humanos, mesmo quando a concentração de protrombina declina em 50% no plasma, o tempo de protrombina pode permanecer normal. Em codornas, esse fato, deve ser considerado, classificando o teste como baixa relevância.

Tabela 5. Valores médios de parâmetros sanguíneos de codornas de corte aos 15 dias de idade em função dos diferentes níveis de suplementação de vitamina K

Vit. K (mg/kg)	TP (s)	CCS (mg/dL)	CFA (U/L)
0,00	40,93	8,06	1031
0,70	40,53	8,19	1066
1,00	37,23	7,91	1269
1,30	46,17	7,63	912
1,60	44,90	6,75	1054
1,90	43,17	6,80	974
2,20	46,60	7,48	920
2,50	43,13	7,76	1023
Probabilidade	0,1268	0,1442	0,1185
CV%	17,348	18,129	24,227

Conversão alimentar (CA); tempo de protrombina (TP); concentração de cálcio no sangue (CCS); concentração de fosfatase alcalina (CFA).

A fosfatase alcalina é conhecida como um marcador bioquímico do metabolismo ósseo, principalmente como o marcador para maturação de condrocitos (Farquharson e Jefferies, 2000). A não significância pode ser atribuída ao fato de a remodelação óssea ser uma atividade constante, o que pode ser atribuído aos níveis de cálcio no sangue, uma vez que, devido ao seu metabolismo, esse mineral tende manter a homeostase.

CONCLUSÕES

Os níveis de suplementação de vitamina K estudados não influenciaram o desempenho de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade. Diante desse resultado, conclui-se que a quantidade de vitamina K presente nas rações à base de milho e farelo de soja da ração é suficiente para atender às necessidades das codornas nessa fase.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G.; RAMOS, P.R.R. *et al.* Desempenho produtivo para corte de machos de codornas (*Coturnix Sp.*) de duas linhagens, submetidos a dois ambientes nutricionais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 6., 2002, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2002.

- DORES, S.M.C.; PAIVA, S.A.R.; CAMPANA, A.O. Vitamina K: metabolismo e nutrição. *Rev. Nutr. Campinas*, v.14, p.207-218, 2001.
- DUARTE, C.R.A.; BRATTI, F.C.; MURAKAMI, A.E. *et al.* Efecto de la suplementación de vitamina K3 sobre El comportamiento productivo y calidad ósea de pollos de engorde. *Arch. Med. Vet.*, v.46, p.305-313, 2014.
- FARQUHARSON, C.; JEFFERIES, D. Chondrocytes and longitudinal bone growth: the development of tibial dyschondroplasia. *Poult. Sci.*, v.79, p.994-1004, 2000.
- KUMAR, V.; KANE, A.B. Patologia nutricional e ambiental. In: KUMAR, V.; ABBAS, A.K.; FAUSTO, N. *Robbins e Contran: patologia – bases patológicas das doenças*. 7.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p.433-489.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4.ed. Ontario: University Books, 2001. p.179-320
- McDOWELL, L.R. Vitamin nutrition of livestock animals: Overview from vitamin discovery to today. *Can. J. Anim. Sci.*, v.86, p.171-179, 2006.
- MIJARES, M.E.; NAGY, E.; GUERRERO, B. *et al.* La vitamina K: bioquímica, función y deficiencias: revisión. *Investig. Clin.*, v.39, p.213-229, 1998.
- NUTRIENT requirements of poultry. 9.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. p.44-45.
- 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/Departamento de Zootecnia, 2011. 186p.
- 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, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV / Departamento de Zootecnia, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. *Tabela para codornas japonesas e européias*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 110p.
- SUTTIE, J.W. Vitamin K and human nutrition. *J. Am. Dietetic Assoc.*, v.92, p.585-590, 1992.
- SISTEMA para análises estatísticas-SAEG. Versão 8.0. Viçosa: UFV / Fundação Arthur Bernardes, 2000.
- YOUNG, M.F. Bone matrix proteins: their function, regulation and relationship to osteoporosis. *Osteoporosis Int.*, v.14, p.35-42, 2003.
- ZHANG, C. *et al.* Effects of dietary vitamin K levels on bone quality in broilers. *Arch. Anim. Nutr.*, v.57, p.197-206, 2003.