

NÍVEIS DE CÁLCIO E GRANULOMETRIAS DO CALCÁRIO PARA FRANGAS DE REPOSIÇÃO NO PERÍODO DE 3 A 5 SEMANAS DE IDADE

Calcium levels and particle size of limestone for replacement pullets the period of 3 to 5 weeks of age

Adriano Geraldo¹, Antônio Gilberto Bertechini², Luís David Solis Murgas³,
Édison José Fassani⁴, Reinaldo Kanji Kato¹, Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito⁵

RESUMO

Realizou-se este experimento com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis nutricionais de cálcio e granulometrias do calcário em rações de frangas de reposição sobre o desenvolvimento corporal e morfométrico do trato digestório. Foram utilizadas 1400 frangas de reposição da linhagem Lohmann LSL, empregando-se um DIC em esquema fatorial 5x2 (níveis de cálcio e granulometrias do calcário), com 5 repetições e 28 aves por parcela, no período de 3 a 5 semanas de idade. As dietas experimentais foram à base de milho e farelo de soja suplementada com minerais, vitaminas e fitase (500 FTU/kg), sendo isonutrientes, tendo como fonte de fósforo o fosfato monoamônio e balanceadas de acordo com o Manual da linhagem (LOHMANN, 1999). Utilizou-se o calcário em granulometrias fina (DGM = 0,135 mm) e grossa (DGM = 0,899 mm) para atender os níveis de 0,60; 0,75; 0,90; 1,05 e 1,20% de cálcio total na dieta. Avaliaram-se o desempenho no período de 3 a 5 semanas, a morfometria do trato digestório e os teores de cinzas e minerais na tíbia de aves de cada parcela abatida na 5ª semana de idade. Não houve diferenças significativas no ganho de peso, consumo de ração e comprimento do metatarso. A conversão alimentar apresentou interação para níveis de cálcio e granulometria do calcário, sendo observado efeito quadrático dos níveis de cálcio dentro da granulometria grossa, com melhor conversão observada no nível de 0,96% de Ca. Dentro do nível 0,90% de Ca, a granulometria grossa apresentou melhor conversão. As aves que receberam a granulometria de 0,899 mm do calcário apresentaram menor comprimento do intestino delgado (cm/kg PV) e porcentagem de trato digestório. Obteve-se efeito quadrático dos níveis de cálcio sobre o teor de cinzas na tíbia, sendo o teor máximo de cinzas observado no nível de 0,93% de Ca. A granulometria grossa do calcário proporcionou também um maior teor de fósforo na tíbia, não observando diferenças sobre os teores de cálcio.

Termos para indexação: Frangas, nutrição, cálcio, calcário, morfometria, trato digestório.

ABSTRACT

The present work had the objective of to evaluate the effects of the nutritional levels of calcium and particle sizes of limestone replacement pullet rations on the performance and morphometric development of the digestive tract. A total of 1.400 replacement pullets of the Lohmann LSL strain, by using the CRD design in a 5 x 2 factorial scheme (calcium levels and particle size of limestone) with five replicates with 28 pullets per plot for the period of 3 to 5 weeks of age. The experimental diets were based on corn and soybean meal supplemented with minerals, vitamins and phytase (500 FTU/Kg). The rations were formulated to be a isoprotein, isocaloric and isophosphorus, being the phosphorus source supplied by monoammonium phosphorus and balanced according to the Lohmann (1999) strain Handbook, supplemented with limestone in fine (DGM = 0.135 mm) and gross (DGM = 0.899 mm) particle size to meet the levels of 0.60, 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20% of total calcium in the diet. The performance in the period of 3 to 5 weeks, morphometry of the digestive tract and contents of ash and minerals in the pullet tibia of each plot were taken after slaughtered pullet on the 5th week old. Feed conversion shown interaction to calcium levels and particle size of limenstone, occurring quadract effect of calcium levels in the gross particle size, with better feed conversion in the level of 0,96% of Ca. Inside of level 0,90% Ca the gross particle size shown better feed conversion. The pullets fed rations with limestone particle size of 0,899 mm had minus length of small intestine (cm/kg) and percentage of digestory tract. The better level of ash in the tíbia was obtained with the calcium level of 0,93% Ca. The gross particle size provided a higher level of P in tibia and any differences on levels of calcium levels were observed.

Index terms: Hens, poultry nutrition, calcium, morfometric, digestory tract.

(Recebido para publicação em 14 de janeiro de 2004 e aprovado em 19 de outubro de 2004)

1. Zootecnista, doutorando do Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG.

2. Zootecnista, Professor Titular do Departamento de Zootecnia/UFLA.

3. Médico Veterinário, Professor Adjunto do Departamento de Medicina Veterinária/UFLA.

4. Zootecnista, Professor do Departamento de Zootecnia/UNIFENAS.

5. Zootecnista, bolsista de Apoio Técnico do Departamento de Zootecnia/UFLA.

INTRODUÇÃO

O grande desenvolvimento genético das aves de postura nos últimos anos tem alterado aspectos fisiológicos importantes nessas aves, havendo a necessidade de novas pesquisas para equacioná-las.

A base de produção das poedeiras comerciais modernas depende do desenvolvimento correto das frangas de reposição. Nesse contexto, o estudo dos fatores que implicam na formação dessas aves tem sido continuamente realizado.

Vários trabalhos têm sido conduzidos para avaliar a granulometria adequada do calcário a ser fornecido para poedeiras, a fim de se obter um melhor desempenho e qualidade dos ovos. Sabe-se que o calcário com partículas maiores proporciona maior retenção na moela, disponibilizando o cálcio lentamente e uniformemente durante o período de formação da casca do ovo (LEESON e SUMMERS, 1997), aumentando a retenção nos ossos medulares das poedeiras (RAO e ROLAND, 1990). Nesse contexto, não há ainda estudos quanto à melhor granulometria do calcário a ser utilizada para uma melhor formação esquelética das frangas de reposição.

O conhecimento dos níveis adequados de cálcio para cada fase do desenvolvimento da ave é de suma importância. Esse macromineral é essencial para a formação e manutenção do esqueleto e seu excesso na dieta interfere na disponibilidade de outros minerais, como o fósforo, magnésio, manganês e zinco, além de tornar a dieta menos palatável e afetar o consumo de ração (BORGES, 1999), diluindo outros componentes presentes quando altos níveis da fonte carbonato de cálcio (calcário) são utilizados.

Estudos com cálcio (Ca) e fósforo (P) têm sido baseados em ganho de peso, conversão alimentar, cinzas e resistência óssea à quebra (BAILEY et al., 1986), sendo observado que o tamanho esquelético obtido no desenvolvimento da franga está correlacionado com as reservas de Ca durante o pico de produção de ovos (COELHO, 2001).

Pesquisas têm sido realizadas ao longo dos anos para estimar a exigência nutricional de cálcio para poedeiras, havendo ainda contradições quanto ao melhor nível de Ca a ser utilizado nas dietas de frangas de reposição (SIMCO e STEPHENSON, 1961; TWINING et al., 1965; MEYER et al., 1971; ALBINO et al., 2001; COELHO, 2001).

Em relação à granulometria do calcário, não foram encontrados na literatura trabalhos avaliando os efeitos da fonte de cálcio sobre o desempenho dessas

aves. O alto potencial de produção das poedeiras leves modernas implica em maior atenção na criação das frangas de reposição, quanto ao seu desenvolvimento corporal e ao trato digestório, para dar condições a essa alta produção. Assim, objetivou-se com o presente trabalho estudar os níveis nutricionais de cálcio e granulometrias do calcário em rações para frangas na fase de cria e seus efeitos sobre o desenvolvimento corporal e morfométrico do trato digestório.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizadas 1400 aves da linhagem comercial Lohmann-LSL com 1 dia de idade, criadas em círculos de proteção até 2 semanas e submetidas a uma mesma ração com 0,94% de Ca, com granulometria do calcário de diâmetro geométrico médio (DGM) igual a 0,135 mm, sendo, então, transferidas para baterias (94x94 cm), iniciando o fornecimento dos tratamentos a partir dessa data. O DGM do calcário foi determinado pela metodologia descrita pela ASAE (1983). As práticas de manejo normais incluíram debicagens e vacinações de acordo com os principais desafios da região.

Na 2ª semana de idade (14 dias), as aves foram pesadas e distribuídas nas parcelas experimentais, iniciando o fornecimento das rações experimentais até a 5ª semana de idade (35 dias).

Foi estudada uma fonte de calcário em duas granulometrias (DGM=0,135 mm e DGM=0,899 mm), fornecida em cinco níveis (0,60%; 0,75%; 0,90%; 1,05% e 1,20% de cálcio) (Tabela 1), constituindo-se num fatorial 2 x 5 com dez tratamentos, num delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. As parcelas experimentais constituíram-se de 28 aves por bateria, no período de 3 a 5 semanas de idade.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e fitase (500 FTU/kg ração), sendo isonutrientes, de acordo com as recomendações do Manual de Criação e Manejo da linhagem Lohmann (1999), sendo a composição das matérias-primas as tabeladas em Rostagno (2000). A fonte de fósforo utilizada na formulação das rações experimentais foi o fosfato monoamônio purificado (MAP), contendo 27,0% de fósforo disponível. Foi utilizado um programa de alimentação com ração de 1 a 2 semanas e cria no período de 3 a 5 semanas, suplementadas com colina, segundo recomendações de Rostagno et al. (2000).

TABELA 1 – Composição das rações experimentais fornecidas no período de 3 a 5 semanas de idade¹.

Ingrediente	Ração				
	0,60% Ca	0,75% Ca	0,90% Ca	1,05% Ca	1,20% Ca
Milho	63,571	63,571	63,571	63,571	63,571
Farelo de Soja	30,762	30,762	30,762	30,762	30,762
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fosfato monoamônio	0,926	0,926	0,926	0,926	0,926
DL – Metionina (99%)	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
CL – Colina (70%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Fitase ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Bacitracina de Zn (10%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Calcário calcítico	1,271	1,666	2,060	2,456	2,850
Caulim	1,729	1,334	0,940	0,544	0,150
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,392	0,392	0,392	0,392	0,392
Total (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,931	2,931	2,931	2,931	2,931
Proteína bruta (%)	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Metionina (%)	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Metionina+cistina(%)	0,698	0,698	0,698	0,698	0,698
Lisina (%)	1,014	1,014	1,014	1,014	1,014
Cálcio (%)	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19

¹Para os tratamentos com granulometria do calcário, somente foi substituído a quantidade do calcário na fórmula pelas granulometrias de DGM=0,135mm (DGP=0,125mm) e DGM=0,899mm (DGP=2,049mm).

As características avaliadas no período de 3 a 5 semanas de idade foram ganho de peso (g/ave no período), conversão alimentar (g ração/g PV) e consumo de ração (g/ave no período). Foi abatida uma ave por parcela experimental na 5ª semana de idade para a determinação da porcentagem do trato digestório (do proventrículo até o reto, incluindo os cecos e pâncreas), comprimento do intestino delgado (cm/kg PV), expressos em relação ao peso vivo (PV) da ave, utilizando a metodologia descrita por Choi et al. (1986), sendo as aves abatidas subme-

tidas a um jejum de 12 horas no período noturno anterior ao abate. Foi realizada a medição do comprimento do metatarso (cm/kg PV), determinação dos teores de cinzas (%), cálcio (%) e fósforo (%) na tíbia das aves, sendo os resultados expressos na base de matéria seca desengordurada, segundo AOAC (1990).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o software Sistema de Análises de Variância para Dados Balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar no período de 3 a 5 semanas de idade estão apresentados na Tabela 2.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre o ganho de peso e consumo das aves. Os níveis de cálcio e granulometrias do calcário também não influenciaram o ganho de peso e o consumo de ração. Simco e Stephenson (1961) também não encontraram diferenças no ganho de peso de frangos de corte alimentados com dietas contendo 0,50; 0,60; 0,80 e 1,0% de cálcio no período de 1 a 8 semanas de idade. Anderson (1967) observou diferenças no ganho de peso de frangas nos períodos de 11 a 14 e de 19 a 22 semanas de idade, e o nível de 1,30% de cálcio proporcionou um melhor ganho em relação aos níveis de 0,65 e 2,60% de cálcio, os quais não apresentaram diferenças. Albino et al. (2001) observaram efeito quadrático dos níveis de cálcio sobre o ganho de peso em aves alimentadas com 5 níveis de cálcio (0,60 a 1,0% de cálcio) no período de 7 a 12 semanas de idade, obtendo-se melhores ganhos nos níveis de 0,799% e 0,769% para fran-

gas das linhagens leves e semipesadas, respectivamente. Schoultzen (2001) não encontrou diferenças no consumo de ração de frangos de corte de 1 a 21 dias que receberam níveis de 0,43% a 1,30% de cálcio.

Ocorreu interação significativa ($P<0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário para conversão alimentar. Ao se fazer o estudo da granulometria do calcário em cada nível de cálcio, nota-se que as médias diferiram apenas no nível de 0,90% de cálcio; e a granulometria de DGM = 0,899 mm proporcionou uma melhor conversão alimentar. Analisando níveis de cálcio dentro da granulometria de DGM = 0,899 mm, foi observado efeito quadrático ($P<0,01$), para os níveis de cálcio. O nível de cálcio que proporcionou uma melhor conversão alimentar nesse período na granulometria grossa do calcário foi de 0,96% de cálcio, sendo a conversão alimentar obtida nesse nível de cálcio de 2,52 (g de ração/ g de peso vivo).

Os resultados morfométricos (porcentagem de trato digestório, comprimento do intestino delgado e comprimento do metatarso) de frangas com 5 semanas de idade estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Médias de ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e consumo de ração (CR) das aves no período de 3 a 5 semanas de idade e comprimento do intestino delgado (CID), porcentagem de trato digestório (TD), comprimento do metatarso (CM) expresso em cm/ kg de peso vivo de frangas de reposição com 5 semanas de idade segundo os níveis de cálcio e granulometrias fina (F) e grossa (G) do calcário.

Nível de Ca	GP		CA		CR		CID		TD		CM	
	(g)		(g/g)		(g)		(cm/kg)		(%)		(cm/kg)	
	F	G	F	G ¹	F	G	F	G	F	G	F	G
0,60	234	234	2,62	2,66	612	622	268	267	9,9	9,7	17,4	18,0
0,75	243	243	2,47	2,53	600	614	272	236	9,4	9,5	18,5	17,0
0,90 ²	232	243	2,62a	2,52b	620	613	265	256	10,5	9,7	17,9	17,5
1,05	238	240	2,58	2,57	615	617	258	249	10,0	9,3	17,6	17,6
1,20	236	241	2,62	2,55	621	617	261	255	10,2	9,5	17,5	17,0
Media ³	237	240	2,58	2,57	612	617	265a	253b	10,0a	9,5b	17,7	17,4
CV(%)	3,10		2,21		2,61		7,21		6,38		5,21	

¹Efeito quadrático ($P<0,01$) dos níveis de cálcio $Y=3,3340-1,6893X+0,8801X^2$ ($R^2=69,10\%$).

²Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,01$).

³Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,05$ para o CID e $P<0,01$ para %TD).

Não foi houve interação significativa ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre o comprimento do intestino delgado, porcentagem do trato digestório e comprimento do metatarso na 5ª semana de idade.

Os níveis de cálcio e granulometrias do calcário estudados não influenciaram o comprimento do metatarso. Os resultados estão de acordo com Meyer et al. (1971), que também não encontraram efeito nos níveis de 1,2 e 0,4% de cálcio fornecido no período de 12 semanas de idade ao início de postura, sobre o comprimento do metatarso das aves macho e fêmea da linhagem de postura.

Para o comprimento do intestino delgado e porcentagem do trato digestório, somente ocorreu efeito significativo ($P<0,05$) das granulometrias do calcário sobre essa variável, a granulometria de DGM = 0,899 mm proporcionou um menor comprimento do intestino delgado e menor porcentagem de trato digestório, ambos em relação ao peso vivo da ave. Os resultados encontrados estão de acordo com os de Nir et al. (1994), que observaram maiores pesos dos segmentos do intestino delgado em frangos de corte alimentados com ração à base de farelo fino em relação às rações de granulometria média e grossa dos grãos.

As granulometrias do calcário provavelmente foram capazes de influenciar a porcentagem do trato digestório na 5ª semana de idade, em razão de esse ser o período em que ocorre o maior desenvolvimento dos te-

cidos de manutenção, como os órgãos vitais (KWAKKEL et al., 1993), não estando completamente desenvolvido o sistema secretório de HCl do proventrículo nas primeiras semanas de vida da ave, sendo o calcário na granulometria fina mais facilmente solubilizado e o cálcio disponibilizado para ser utilizado para o desenvolvimento dos tecidos do trato digestório.

Os resultados do teor de cinzas, cálcio e fósforo na tibia das aves na 5ª semana de idade estão apresentados na Tabela 3.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre os teores de cinzas, cálcio e fósforo da tibia.

Os níveis de cálcio foram significativos ($P<0,05$) para os teores de cinzas, apresentando um efeito quadrático com maior teor de cinzas (58,23%) no nível de 0,93% Ca. Os resultados encontrados estão de acordo com Twining et al. (1965), que encontraram menor porcentagem de cinzas nas tibias de frangos de corte com 4 e 8 semanas de idade, com níveis de 0,50% de cálcio, havendo um acréscimo em menores taxas para os níveis de 0,60; 0,70 e 0,80% de cálcio em dietas sem fitase. Já a granulometria, nessa idade, não apresentou efeito significativo sobre essa variável ($P>0,05$).

O teor de cálcio na tibia não se alterou em nenhum tratamento, não ocorrendo efeitos dos níveis de cálcio e granulometrias do calcário sobre essa variável ($P>0,05$).

TABELA 3 – Porcentagem de cinzas (%), cálcio (Ca) e fósforo (P) na tibia seca e desengordurada na 5ª semana de idade, segundo os níveis de cálcio e granulometrias fina (F) e grossa (G) do calcário (média).

Nível Ca (%)	Cinzas ¹ (%)		Ca (%)		P (%)	
	F	G	F	G	F	G
0,60	57,49	56,46	22,16	21,73	11,18	11,22
0,75	57,75	58,01	22,12	22,22	11,04	11,28
0,90	58,61	58,43	22,40	22,47	11,17	11,13
1,05	57,88	57,42	21,97	22,07	11,11	11,27
1,20	57,08	58,04	21,91	22,59	10,86	11,26
Média ²	57,76	57,67	22,11	22,22	11,07b	11,23a
CV (%)	1,88		2,48		2,47	

¹Efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis de cálcio $Y=-11,116X^2+20,6276X+48,6546$ ($R^2=77,11\%$).

²Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F ($P<0,05$).

Somente a granulometria do calcário apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a porcentagem de fósforo na tíbia, ocorrendo uma maior concentração de fósforo na granulometria de DGM = 0,899 mm, não sendo observado efeito dos níveis de cálcio sobre essa medida.

CONCLUSÃO

O nível de cálcio de 0,93% e o calcário na granulometria fina mostraram-se ideais para um bom desenvolvimento corporal, ósseo e do trato digestório de frangas de reposição na fase de cria (3 a 5 semanas de idade).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F. et al. Níveis nutricionais de cálcio para frangas de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. **Anais da Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 38, p. 821-822, 2001.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Methods of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. In: _____. **American Society of Agricultural Engineers yearbook standards**. Saint Joseph, 1983.
- ANDERSON, D. L. Pre-laying nutritional and environmental factors in the performance of the adult fowl. **Poultry Science**, Champaign, v. 46, p. 52-63, 1967.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990.
- BAILEY, C. A. et al. Effects of gradel of dietary phosphorus on bone mineralization in the very young poult. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, p. 1018-1020, 1986.
- BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 27, p. 67-79, 1999.
- CHOI, J. H. et al. Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, p. 594-597, 1986.
- COELHO, M. **Early maturing layers require altered management**. Feedstuffs: [s.n.], 2001.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados: SISVAR 4.1**. Lavras: UFLA, 2000. Pacote computacional.
- KWAKKEL, R. P.; DUCRO, B. J.; KOOPS, W. J. Multiphasic analysis of growth of the body and its chemical components in White Leghorn pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 1421-1432, 1993.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph-Ontario: University Books, 1997. 355 p.
- LOHMANN. **Manual de criação e manejo da linhagem Lohmann LSL**. Uberlândia: Planalto, 1999.
- MEYER, G. B.; BABCOCK, S. W.; SUNDE, M. L. Effect of various prelaying levels of dietary calcium upon subsequent performance in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 50, p. 536-547, 1971.
- NIR, I.; SHEFET, G.; AARONI, Y. Effect of grain particle size on performance: 2. corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 45-49, 1994.
- RAO, K. S.; ROLAND, D. A. In vivo limestone solubilization in commercial Leghorns: role of dietary calcium level, limestone particle size, in vitro limestone solubility rate, and the calcium status of the hen. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 2170-2176, 1990.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.
- SCHOULTEN, N. A. **Níveis de cálcio em dietas para frangos de corte suplementadas com fitase**. 2001. 79 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- SIMCO, T. F.; STEPHENSON, E. L. Re-evaluation of the calcium-phosphorus requirements of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 40, p. 1188-1192, 1961.
- TWINING, P. F. et al. Calcium and phosphorus requirements of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 44, p. 283-296, 1965.