



Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade¹

Adriano Geraldo², Antônio Gilberto Bertechini³, Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito²,
Reinaldo Kanji Kato², Édison José Fassani⁴

¹ Parte dos resultados de dissertação do primeiro autor. Projeto financiado pelo CNPq.

² Pós-Graduação em Zootecnia da UFLA.

³ Departamento de Zootecnia da UFLA.

⁴ Departamento de Zootecnia da UNIFENAS.

RESUMO - Realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de cálcio e das granulometrias do calcário na ração sobre os desenvolvimentos corporal e morfométrico do trato digestório de frangas de reposição. Foram utilizadas 1.400 frangas de reposição da linhagem Lohmann LSL, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 (níveis de cálcio x granulometrias do calcário), com cinco repetições de 28 e 18 aves por parcela, respectivamente, nos períodos de 3 a 7 e de 8 a 12 semanas de idade. As dietas experimentais, à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo (trigo somente na recria), foram formuladas para ser isoprotéicas, isocalóricas e isofosfóricas (fosfato monoamônio). Além da suplementação com minerais, vitaminas e fitase (500 FTU/kg), as dietas foram acrescidas de calcário em granulometrias fina (DGM=0,135 mm) e grossa (DGM=0,899 mm) para apresentar 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 12 semanas, a morfometria do trato digestório e os teores de cinzas e minerais na tibia de aves de cada parcela. O consumo de ração aumentou de forma linear com a elevação dos níveis de cálcio. Não houve diferenças significativas no ganho de peso, na conversão alimentar, na porcentagem do trato digestório e no comprimento do metatarso. Maiores teores de cinzas foram obtidos em frangas que receberam o nível de 0,60% de Ca e maior comprimento do intestino delgado em aves recebendo a granulometria grossa. O nível de 0,60% de cálcio e o calcário na granulometria grossa (DGM=0,899 mm) foram ideais para o melhor desenvolvimento esquelético, o menor consumo de ração e o maior comprimento do intestino delgado.

Palavras-chave: cálcio, morfometria, nutrição de monogástricos, poedeira, trato digestório

Calcium levels and particle size of limestone for replacement pullets in the period from 3 to 12 weeks old

ABSTRACT - The effects of feeding different calcium levels and limestone particle sizes on body and morphometric development of the digestive tract in replacement pullets were evaluated in this trial. One thousand and four hundred Lohmann LSL replacement pullets were assigned to a complete randomized design with a 5 x 2 factorial (calcium levels and limestone particle size) and five replicates of 28 and 18 birds/plot, respectively, for the periods from 3 to 7 and from 8 to 12 weeks old. The experimental diets contained: corn, soybean meal and wheat meal (wheat only at growing phase) and were formulated to be isonitrogenous, isoenergetic and isophosphorus (monoammonium phosphorus). Diets were supplemented with minerals, vitamins and phytase (500 FTU/Kg) and added with limestone in fine (DGM = 0.135 mm) and gross (DGM=0.899 mm) particle sizes to meet the levels of 0.60, 0.75, 0.90, 1.05 and 1.20% of dietary total calcium. The performance in the period from 3 to 12 weeks, morphometry of the digestive tract and contents of tibia ashes and minerals in animals slaughtered at 12th week old were evaluated. The feed intake increased linearly as the dietary calcium levels increased. No significant differences on weight gain, feed conversion, percentage of digestory tract and metatarsus length were noticed. Better tibia ash content were observed with 0.60% of calcium and a longer length of the small intestine in pullets fed diet with gross particle size of limestone. The diet with calcium level of 0.60% and gross particle size of limestone resulted in better esqueletic development, worse feed intake and larger length of small intestine.

Key Words: calcium, digestory tract, hens, morfometric, poultry nutrition

Introdução

O grande desenvolvimento genético das aves de postura nos últimos anos tem alterado aspectos fisiológicos

importantes, observando-se a necessidade de novas pesquisas para equacioná-los. Em decorrência da maior demanda na eficiência produtiva, é fundamental produzir frangas de reposição que utilizem com eficiência todo seu

potencial genético na fase de produção (Leeson & Summers, 1997).

Vários estudos (Roland, 1986; Rao et al., 1992; Cheng & Coon, 1990) têm sido realizados para se avaliar a granulometria ideal do calcário fornecido para poedeiras visando à obtenção de melhor desempenho e qualidade dos ovos, observando-se que maiores partículas da fonte de cálcio proporcionam maior retenção na parte superior do trato digestório, disponibilizando o cálcio vagarosa e uniformemente durante o período de formação da casca do ovo (Leeson & Summers, 1997). Esse processo tem aumentado a retenção nos ossos medulares das poedeiras (Rao & Roland, 1990), mas não foram encontrados, na literatura, estudos sobre os efeitos das granulometrias da fonte de cálcio sobre o desempenho de frangas de reposição.

O conhecimento dos níveis ideais de cálcio para cada fase do desenvolvimento da ave é de suma importância, visto que este macromineral é essencial para formação e manutenção do esqueleto. O excesso de cálcio na dieta interfere na disponibilidade de outros minerais, como o fósforo, magnésio, manganês e zinco, e dilui outros componentes, além de tornar a dieta menos palatável.

Segundo Borges (1999), o consumo de ração pelas aves pode ser afetado pelo cálcio, que parece agir no hipotálamo, não se conhecendo ainda se sua ação é direta ou indireta, pois o hipotálamo induz a liberação de norepinefrina, um mediador que atua no sistema nervoso central, propiciando aumento no consumo de ração.

Estudos sobre os efeitos dos níveis de Ca e P sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, o teor de cinzas e a resistência óssea à quebra (Bailey et al., 1986) têm comprovado que o tamanho esquelético da franga impõe as reservas de Ca que terá durante o pico de produção de ovos (Coelho, 2001).

Vários trabalhos foram realizados ao longo dos anos no intuito de se estimar a exigência nutricional de cálcio para poedeiras, mas ainda permanecem contradições quanto ao melhor nível de Ca a ser utilizado na dieta de frangas de reposição. Berg et al. (1964), no entanto, não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de frangas com 12, 16 e 21 semanas de idade, alimentadas no período de 8 a 21 semanas com ração contendo 0,66; 1,12 e 2,01% de Ca. O teor de cinzas na tíbia na 21ª semana de idade foi menor nas aves que receberam 2,01% de cálcio na recria. Estes níveis não tiveram efeitos significativos sobre a taxa de postura, o peso corporal da ave adulta, o peso do ovo, o teor de cinzas na 69ª semana de idade e o peso específico dos ovos postos durante o ensaio.

Estudos realizados por Anderson (1967) indicaram que o nível de Ca para o máximo crescimento e, provavelmente,

o teor de cinzas nos ossos de aves Leghornias brancas de 10 a 14 semanas de idade é de 0,8% da ração quando as aves são criadas em gaiolas. Nesses estudos, os níveis de 0,60 e 0,65% de Ca foram adequados para o máximo crescimento e a conversão alimentar de aves de 14 ou 15 semanas até 22 semanas, quando criadas no piso e em gaiolas.

O fornecimento dos níveis de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2% de cálcio a aves das linhagens Rhodes Island Red e Phymouth Rock Barred no período de 10 a 24 semanas não afetou o peso corporal das aves no final do período experimental, observando-se pequeno decréscimo na porcentagem de cinzas nos ossos com o aumento no teor de Ca na ração de crescimento (Gerry & Bird, 1967).

Meyer et al. (1971) avaliaram o efeito do fornecimento de 0,4; 0,7; 0,9; 1,2 e 1,5% de Ca na ração de aves da linhagem New Hampshire e Single Comb Leghorn branca, machos e fêmeas, no período de 8 a 21 semanas de idade e observaram que os níveis utilizados não tiveram efeitos sobre a mortalidade, o peso corporal e o comprimento do metatarso em ambos os sexos. O nível de 0,4% de Ca não foi adequado para o máximo crescimento ósseo e para a resistência à quebra do metatarso, indicando que o nível mínimo de Ca ideal para a máxima resistência óssea à quebra, em ambos os sexos, é de 0,7% durante o período de crescimento.

O fornecimento de cinco diferentes níveis de cálcio (0,60 a 1,00%) em rações para frangas de reposição leves e semipesadas, no período de 7 a 12 semanas de idade, não foi suficiente para afetar de forma significativa o consumo de ração e a resistência óssea (Vargas Jr. et al., 2004). Em ambas as categorias de aves, o ganho de peso sofreu efeito quadrático, obtendo-se os maiores valores com os níveis de 0,799 e 0,769% de Ca nas frangas leves e semipesadas, respectivamente. Os níveis de 0,778 e 0,814% de Ca proporcionaram melhor conversão alimentar em frangas leves (CA=3,9) e semipesadas (CA=3,50), respectivamente, como consequência exclusiva do ganho de peso. Para a franga ter bom desenvolvimento esquelético, é necessário que a dieta contenha aproximadamente 1,00% de Ca e 0,45 a 50% de fósforo disponível (Coelho, 2001).

Objetivou-se neste trabalho estudar os efeitos dos níveis nutricionais de cálcio e das granulometrias do calcário sobre o desenvolvimento corporal e morfométrico do trato digestório de frangas nas fases de cria e recria.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se 1.400 aves da linhagem comercial Lohmann-LSL com um dia de idade. As aves foram criadas

em círculos de proteção, recebendo a mesma ração, com 0,94% de Ca e granulometria do calcário com diâmetro geométrico médio (DGM) de 0,135mm. As práticas de manejo normais incluíram debicagens e vacinações de acordo com os principais desafios da região. Na 2ª semana de idade, as aves foram pesadas e transferidas para baterias (94 x 94 cm), sendo distribuídas nas parcelas experimentais, quando se iniciou o fornecimento das rações experimentais até a 16ª semana de idade.

Avaliou-se uma fonte de calcário em duas granulometrias (DGM = 0,135 mm e DGM = 0,899 mm), fornecendo-a em cinco níveis (0,60; 0,75; 0,90; 1,05; e 1,20% de cálcio), constituindo-se um fatorial 2 x 5, com dez tratamentos instalados em um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. As parcelas experimentais consistiram de 28 aves por bateria no período de 3 a 7 semanas de idade e de 18 aves (duas gaiolas de recria com nove aves cada uma) no período de 8 a 12 semanas de idade.

As dietas experimentais, à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais, vitaminas e fitase (500 FTU/kg ração), foram formuladas para ser isoprotéicas, isocalóricas e isofosfóricas, de acordo com as recomendações do Manual de Criação e Manejo da linhagem (1999), considerando-se a composição das matérias-primas tabeladas por Rostagno et al. (2000). A fonte de P utilizada na formulação das rações experimentais no período de 3 a 12 semanas de idade foi o fosfato monoamônio purificado (MAP) com 27,0% de fósforo disponível. Adotou-se um programa de alimentação com rações de 1 a 2 semanas de cria (3 a 7 semanas) e recria (8 a 12 semanas), suplementadas com colina segundo recomendações de Rostagno et al. (2000).

As características avaliadas nos períodos de 3 a 12 semanas de idade foram o ganho de peso (g/ave no período), a conversão alimentar (g de ração/g PV) e o consumo (g/ave no período). As aves foram abatidas na 12ª semana de idade, após jejum de 12 horas, para a avaliação da porcentagem do trato digestório (do proventrículo ao reto, incluindo os cecos e pâncreas) em relação ao peso vivo (PV) da ave e do comprimento do intestino delgado (cm/kg PV), conforme metodologia descrita por Choi et al. (1986). Realizaram-se a medição do comprimento do metatarso (cm/kg PV) e a determinação dos teores de cinzas (%), Ca (%) e P (%) na tíbia das aves, sendo os resultados expressos com base na matéria seca desengordurada, segundo AOAC (1990).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando-se o 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 das aves no período de 3 a 12 semanas de idade são apresentados na Tabela 1.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) ou efeito independente ($P>0,05$) dos níveis de cálcio x granulometrias do calcário sobre o ganho de peso das aves. Os resultados confirmam os dados reportados por Berg et al. (1964), que também não encontraram diferenças no ganho de peso na 12ª, 16ª e 21ª semanas de idade de frangas alimentadas com dieta contendo 0,66; 1,12; e 2,01% de cálcio no período de 8 a 21 semanas. Simco & Stephenson (1961) também não registraram 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 e relataram que apenas o nível de 0,15% de cálcio afetou essa variável. Meyer et al. (1971) também não observaram diferenças no peso corporal de aves poedeiras machos e fêmeas no período de 8 a 20 semanas de idade, recebendo dieta com 0,40; 0,70; 0,90; 1,20; e 1,5% de cálcio. Gerry & Bird (1967) também não encontraram diferenças no ganho de peso de frangas recebendo 0,80; 1,16; 2,4; e 3,2% de cálcio no período de 10 a 24 semanas de idade.

Observou-se maior consumo ($P=0,067$) da ração contendo a granulometria mais fina do calcário, com diâmetro geométrico médio (DGM) de 0,135 mm. Portella et al. (1988) e Nir & Hillell (1994) constataram maior consumo de partículas maiores da ração com o avançar da

Tabela 1 - Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (CA) das aves no período de 3 a 12 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e as granulometrias do calcário

Table 1 - Means of weight gain, feed intake and feed conversion (FC) in the period from 3 to 12 weeks old according to calcium levels and limestone particle size

Nível Ca (%) Calcium level (%)	Ganho de peso (g) Weight gain		Consumo ¹ (g) Feed intake		CA ² FC	
	Granulometria do calcário (mm) Limestone particle size (mm)					
	0,135	0,899	0,135	0,899	0,135	0,899
0,60	784	769	3.002	2.984	3,83	3,88
0,75	782	789	3.005	2.963	3,84	3,76
0,90	774	779	3.027	2.995	3,91	3,85
1,05	782	782	3.086	3.049	3,95	3,90
1,20	793	780	3.055	3.055	3,86	3,91
Média ³	783	780	3.035a	3.009b	3,88	3,86
Mean ³						
CV (%)	2,28		1,60		2,07	

¹ Efeito linear (Linear effect) ($P<0,01$) $Y=148,91x + 4449,86$ ($R^2 = 70,76\%$).

² Efeito cúbico (Cubic effect) ($P<0,05$).

³ Médias seguidas por letras diferentes para consumo na linha diferem ($P=0,067$) pelo teste F.

³ Means followed by different letters for feed intake in a row differ ($P=0.067$) by F test.

idade das aves. Nir et al. (1990), no entanto, notaram que frangos de corte de 21 dias de idade apresentaram maior consumo de rações contendo menor DGM de grãos de sorgo, observando-se que as granulometrias utilizadas foram de 2, 4 e 8 mm, para os grãos triturados em moinho martelo e em moinho de rolo com aberturas entre cilindros de 0,1; 0,45; e 0,65 mm.

Deaton et al. (1987) observaram a preferência de frangas debicadas por ração farelada em relação à peletizada, provavelmente em razão da debicagem, que foi realizada na 10ª semana de idade, causando dores no bico das aves ao capturarem partículas maiores (DGM=0,899 mm) durante os primeiros 21 dias após a debicagem.

Houve efeito dos níveis de cálcio da ração ($P < 0,01$) sobre o consumo das frangas, que aumentou de forma linear com a elevação dos níveis de cálcio. Esses resultados divergem daqueles descritos por Vargas Jr. et al. (2004), que não encontraram diferenças no consumo de frangas leves e semipesadas alimentadas com cinco níveis de cálcio, variando de 0,60 a 1,00% de cálcio no período de 7 a 12 semanas de idade. Berg et al. (1964) também não verificaram efeito dos níveis de 0,66; 1,12; e 2,01% de Ca na ração sobre o consumo de frangas no período de 8 a 21 semanas de idade. O aumento no consumo em função do aumento nos níveis de cálcio pode ser consequência do consumo propiciado pelo Ca, que, segundo Borges (1999), possivelmente tenha ação no hipotálamo, induzindo a liberação de norepinefrina, um mediador que atua no sistema nervoso central, aumentando a ingestão de alimentos. Este aumento no consumo das aves ocorreu nos períodos em que, segundo Kwakkel et al. (1993), ocorre maior desenvolvimento do tecido esquelético (12 semanas).

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) níveis de Ca \times granulometrias do calcário sobre a conversão alimentar. O estudo de regressão comprovou efeito cúbico ($P < 0,05$) do nível de Ca e nenhuma influência significativa ($P > 0,05$) da granulometria do calcário sobre a conversão alimentar neste período. Vargas et al. (2004) observaram melhor conversão alimentar para frangas leves (CA = 3,9) e semipesadas (CA = 3,50) no nível de 0,814% de cálcio, ao utilizarem rações com níveis de 0,60 a 1,00% de cálcio para frangas no período de 7 a 12 semanas de idade. Esta melhor conversão atribuída exclusivamente ao ganho de peso. Anderson (1967) observou melhor conversão alimentar em aves recebendo 1,30% de cálcio na ração em relação aos níveis de 0,65 e 2,60% no período de 11 a 14 semanas de idade – resultado relacionado ao maior ganho de peso neste período. Nos períodos de 15 a 18 e de 19 a 22 semanas, não houve diferença entre os tratamentos. A conversão em todo o período (11 a 22 semanas) não apresentou diferenças.

Os resultados morfométricos (% trato digestório, comprimento do intestino delgado e comprimento do metatarso) de frangas com 12 semanas de idade são apresentados na Tabela 2. Não foram constatadas interação significativa ($P > 0,05$) e efeito independente ($P > 0,05$) dos níveis de Ca \times granulometrias do calcário sobre a porcentagem de trato digestório e o comprimento do metatarso na 12ª semana de idade. Os resultados estão de acordo com os dados descritos por Meyer et al. (1971), que também não encontraram efeito dos níveis de 1,2 e 0,4% de cálcio no período de 12 semanas de idade, ao início de postura, sobre o comprimento do metatarso de aves de postura machos e fêmeas.

Na 12ª semana de idade, não houve interação significativa ($P > 0,05$) níveis de cálcio \times granulometrias do calcário, mas verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) das granulometrias do calcário sobre o comprimento do intestino delgado. A granulometria de DGM=0,899 mm proporcionou maior comprimento do intestino delgado em relação ao peso vivo da ave. A granulometria grossa do calcário provavelmente estimulou, pelo contato físico com as paredes intestinais, maior contração muscular, ocasionando maior desenvolvimento do intestino delgado.

Constatou-se relação inversa entre o consumo e o comprimento do intestino delgado neste período para as granulometrias do calcário, observando-se menor comprimento do intestino delgado nas aves que consumiram maiores quantidades de ração com granulometria fina do calcário. Esta relação pode ter sido a causa para o mesmo ganho de peso com consumos diferentes entre granulometrias no período de 3 a 12 semanas de idade, pois menor comprimento do intestino delgado significa menor área para absorção de

Tabela 2 - Porcentagem do trato digestório (TD) e dos comprimentos do intestino delgado (CID) e do metatarso (CM) de frangas de reposição com 12 semanas de idade
Table 2 - Percentage of digestory tract (DT) and lengths of small intestine (LSI) and metatarsus length (ML) in pullets with 12 weeks old

Nível Ca (%) Calcium level (%)	TD (%)		CID (cm/kg)		CM (cm/kg)	
	DT (%)		LSI (cm/kg)		ML (cm/kg)	
	Granulometrias do calcário (mm) Limestone particle size (mm)					
	0,135	0,899	0,135	0,899	0,135	0,899
0,60	7,8	8,1	116,6	130,8	9,9	10,6
0,75	7,6	7,8	123,2	120,3	10,1	9,7
0,90	7,9	7,5	116,9	124,4	9,8	10,2
1,05	7,7	7,6	125,1	132,1	10,3	10,1
1,20	7,9	7,8	117,4	128,2	9,9	10,6
Média ¹	7,8	7,8	119,8b	127,1a	10,0	10,2
Mean CV (%)	12,15		9,53		6,26	

¹ Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.
¹ Means followed by different letters in a row differ ($P < 0,05$) by F test.

Tabela 3 - Teores de cinzas (%), cálcio (%) e fósforo (%) nas cinzas da tíbia seca e desengordurada de aves com 12 semanas de idade, segundo os níveis de cálcio e as granulometrias do calcário

Table 3 - Contents of ash (%), calcium (%) and phosphorus (%) in the ash dry tibia of pullets at 2 weeks of age according to calcium levels and limestone particle size

Nível Ca (%) Calcium level (%)	Cinzas ¹ (%) Ash		Ca (%) Calcium		P (%) Phosphorus	
	Granulometrias do calcário (mm) Limestone particle size (mm)					
	0,135	0,899	0,135	0,899	0,135	0,899
0,60	58,72	59,62	20,86	22,81	10,93	10,68
0,75	59,77	58,58	22,80	22,52	10,87	10,54
0,90	58,23	58,32	22,05	22,35	10,58	10,65
1,05	58,66	57,03	22,41	21,82	10,68	10,15
1,20	58,48	58,37	22,49	22,45	10,53	10,46
Média	58,77	58,38	22,12	22,45	10,72	10,50
Mean						
CV (%)	2,14		6,73		4,73	

¹Efeito linear (linear effect) ($P < 0,05$) $Y = 60,2704 - 1,8796 (R^2 = 58,69\%)$.

nutrientes e, conseqüentemente, menor ganho de peso, em razão do menor aproveitamento dos nutrientes.

Os resultados dos teores de cinzas, Ca e P na tíbia das aves na 12^a semana de idade são descritos na Tabela 3.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) níveis de cálcio \times granulometrias do calcário sobre o teor de cinzas nos ossos, registrando-se somente efeito linear significativo ($P < 0,05$) dos níveis de cálcio sobre esta medida. De acordo com os resultados da regressão, houve redução de 1,88% no teor de cinzas na tíbia para cada 1% de variação no nível de cálcio. A granulometria do calcário não influenciou significativamente ($P > 0,05$) o teor de cinzas. Os resultados são semelhantes aos encontrados por Schoulten et al. (2003), que observaram redução na deposição de cinzas nas tíbias de frangos de corte de 21 dias com a elevação dos níveis de 0,46 a 1,30% de cálcio em ração suplementada com 600 FTU/kg de fitase, em razão da menor absorção de manganês e zinco com o aumento dos níveis de cálcio.

Os teores de cálcio e fósforo na tíbia não foram alterados em nenhum dos tratamentos, não ocorrendo interação níveis de cálcio \times granulometrias do calcário ($P > 0,05$) nem efeitos independentes ($P > 0,05$).

Conclusões

O nível de cálcio de 0,60% e calcário na granulometria grossa (DGM = 0,899 mm) em dietas suplementadas com 500 FTU de fitase foi ideal para melhor desenvolvimento esquelético, menor consumo de ração e maior comprimento do intestino delgado.

Literatura Citada

- ANDERSON, D.L. Pre-laying nutritional and environmental factors in the performance of the adult fowl. **Poultry Science**, v.46, n.1, p.52-63, 1967.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington: 1990. n.1.
- BAILEY, C.A.; LINTON, S.; BRISTER, R. et al. Effects of grade of dietary phosphorus on bone mineralization in the very young poult. **Poultry Science**, v.65, n.5, p.1018-1020, 1986.
- BERG, L.R.; BEARSE, G.E.; MERRILL, L.H. The calcium and phosphorus requirements of White Leghorn pullets from 8-21 weeks. **Poultry Science**, v.43, n.4, p.885-896, 1964.
- BORGES, A.L.C.C. Controle da ingestão de alimentos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.27, p.67-79, 1999.
- CHENG, T.K.; COON, C.N. Effect on layer performance and shell quality of switching limestones with different solubilities. **Poultry Science**, v.69, n.12, p.2199-2203, 1990b.
- CHOI, J.H.; SO, B.S.; RYU, K.S.; KANG, L. Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broilers. **Poultry Science**, v.65, n.3, p.594-597, 1986.
- COELHO, M. Early maturing layers require altered management. **Feedstuffs**, v.8, p.11-16, 2001.
- DEATON, J.W.; LOTT, B.D.; BRANTON, S.L.; SIMMONS, J.D. Research note: effect of beak trimming on body weight and feed intake of egg-type pullets fed pellets or mash. **Poultry Science**, v.66, n.9, p.1552-1554, 1987.
- FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. (SISVAR 4. 1. - pacote computacional).
- GERRY, R.W.; BIRD, F.H. The performance of Red x Rock sex links as affected by calcium levels in their growing and laying diets. **Poultry Science**, v.46, n.4, p.1264, 1967.
- KWAKKEL, R.P.; DUCRO, B.J.; KOOFS, W.J. Multiphasic analysis of growth of the body and its chemical components in White Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.72, n.8, p.1421-1432, 1993.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph-Ontario: University Books, 1997.
- LOHMANN. **Manual de Criação e Manejo da linhagem Lohmann LSL**. Uberlândia: Planalto, 1999. 51p.
- MEYER, G.B.; BABCOCK, S.W.; SUNDE, M.L. Effect of various prelaying levels of dietary calcium upon subsequent performance in chickens. **Poultry Science**, v.50, n.2, p.536-547, 1971.
- NIR, I.; MELCION, J.P.; PICARD, M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. **Poultry Science**, v.69, n.12, p.2177-2184, 1990.
- NIR, I.; HILLEL, R. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73, n.6, p.781-791, 1994.
- PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, n.3, p.923-930, 1988.
- 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**, v.69, n.12, p.2170-2176, 1990.
- RAO, K.S.; ROLAND, D.A.; ADAMS, J.L. et al. Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens. **Journal Applied of Poultry Research**, v.1, n.1, p.6-10, 1992.
- ROLAND, D. Eggshell quality IV: oystershell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. **World's Poultry Science Journal**, v.42, n.2, p.166-171, 1986.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1190-1197, 2003.

SIMCO, T.F.; STEPHENSON, E.L Re-evaluation of the calcium-phosphorus requirements of the chick. **Poultry Science**, v. 40, n.5, p.1188-1192, 1961.

VARGAS JR., J.G; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.936-946, 2004.

Recebido: 28/01/05
Aprovado: 08/08/05