

Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura

Eliana Aparecida Rodrigues^{1*}, Otto Mack Junqueira², Maurício Valério¹, Marcelo de Oliveira Andreotti², Luciana Cardoso Cancherini¹, Douglas Emygdio de Faria³ e Rosemeire da Silva Filardi¹

¹Departamento de Zootecnia, FCAVJ, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. ³Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: elianaar@fcav.unesp.br

RESUMO. O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os níveis de cálcio nas rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. Foram utilizadas 192 poedeiras com 68 semanas de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2 (0,5; 2,0 e 3,5% de cálcio no período de repouso e 2,0 e 3,5% de cálcio no período de postura). As variáveis estudadas foram o consumo de ração, a produção, o peso e a massa de ovos, a conversão alimentar, a qualidade de albúmen e a qualidade externa dos ovos. O peso dos ovos, a conversão alimentar e a qualidade de albúmen não foram influenciados pelos tratamentos fornecidos no período de repouso e no período de postura. As características de qualidade externa dos ovos sofreram influência dos tratamentos, sendo os melhores resultados obtidos com níveis de 2,0% de cálcio no período de repouso e 3,5% de cálcio no período de postura.

Palavras-chave: muda forçada, qualidade da casca, unidade haugh.

ABSTRACT. Calcium levels in commercial laying hen diets in the second period of egg production. The experiment was carried out to evaluate the effects of calcium levels in commercial laying hen performance in the second period of egg production. 192 laying hens - 68 weeks of age were used. The experimental design was randomly in a 3x2 factorial arrangement: (0.5; 2.0 and 3.5% of calcium during the pause period and 2.0 and 3.6% of calcium during egg laying period). The variables studied were: ration consume production, weight and mass of egg, feed conversion, albumen quality and external quality of eggs. Egg weight, feed conversion and internal quality of the eggs were not influenced by the treatments in the pause period and in the egg production period. The external quality characteristics of the eggs were influenced by the treatments and the best results were obtained with the 2.0% calcium level at the pause period and 3.5% at the egg production period.

Key words: forced molt, shell quality, haugh unit.

Introdução

O fato do preço dos ovos no mercado interno sofrer grandes flutuações no decorrer do ano, aliado ao quadro de diminuição da produção e da qualidade interna e externa dos ovos com o avanço da idade das poedeiras têm aumentado o interesse dos avicultores pelo aproveitamento das aves em um segundo ciclo de produção por meio da técnica da muda forçada.

Essa técnica causa um estresse nas aves, o que leva a uma pausa da produção e a uma muda de penas das aves (Roland, 1986). Apesar dessa prática ser bastante utilizada, as informações sobre os níveis

nutricionais recomendados para as aves, durante o segundo ciclo de postura, são escassas.

Em poedeiras comerciais, o maior interesse recai sobre o metabolismo de cálcio relacionado à formação da casca do ovo, uma vez que, à medida que as aves vão envelhecendo, o aumento da perda de ovos por problemas de casca afeta negativamente a renda do produtor. O consumo de quantidades inadequadas de cálcio pode provocar anormalidades esqueléticas, aumento da mortalidade, redução no tamanho e na produção dos ovos e má qualidade da casca do ovo, com altos índices de quebra. O nível de cálcio dietético tem influência sobre sua absorção, a qual diminui quando o nível desse mineral é

elevado na ração (Maynard *et al.*, 1984).

O excesso de cálcio na ração pode provocar redução no consumo devido à pior palatabilidade da ração, eliminação de excretas moles e incidência de depósitos calcários na casca do ovo (Kussakawa *et al.*, 1998). Fraga (1994) observou que rações para poedeiras contendo mais de 4% de cálcio podem apresentar, além do problema de palatabilidade da ração, problemas relacionados com o metabolismo de outros minerais como o fósforo, o zinco, o manganês e o ferro nas aves. Por outro lado, Keshavarz e Nakajima (1993) chegaram a resultados contrários aos expostos pelos autores acima, demonstrando que as poedeiras podem tolerar níveis relativamente altos de cálcio dietético (mais de 6 g/ave/dia), sem causar efeito adverso no seu desempenho produtivo. Esses mesmos autores verificaram que o aumento do nível de cálcio na ração promoveu uma melhora, porém não significativa, na gravidade específica dos ovos.

Apesar dos vários fatores que interferem nas exigências de cálcio para poedeiras, a recomendação de 3,75 g/ave/dia (NRC, 1984) foi confirmada por Roland (1986) e, segundo Keshavarz e Nakajima (1993), essa recomendação de 3,75 g de cálcio/ave/dia continua sendo adequada para a produção de ovos com boa qualidade da casca. Entretanto, de acordo com o NRC (1994), as necessidades de cálcio para poedeiras de ovos brancos, ovos marrons e reprodutoras pesadas são de 3,25 g, 3,6 g e 4,0 g de cálcio/ave/dia, respectivamente.

Definir as exigências de cálcio para poedeiras comerciais é um desafio contínuo para os nutricionistas e os avicultores, isso em função das necessidades de cálcio se modificarem constantemente. Conforme o NRC (1994), as exigências de cálcio aumentaram 65% (de 2,27 a 3,75 g/ave/dia) de 1944 a 1984. Dentre as várias razões que dificultam o estabelecimento das exigências de cálcio, possivelmente, estão envolvidas as seguintes: o melhoramento genético, a diferença dentro e entre linhagens, o tamanho e a solubilidade da partícula do carbonato de cálcio (influenciando a disponibilidade de cálcio), a palatabilidade da ração e a habilidade da ave em ajustar o consumo de ração para obter as suas necessidades diárias. Além disso, a maioria dos trabalhos de pesquisa cita as exigências em termos de percentagem de cálcio na ração, sem considerar a variação no consumo de ração influenciado pelo nível de energia, pela temperatura ambiente, pelas linhagens e pela idade da ave. Atualmente, as recomendações para ingestão de cálcio baseiam-se na idade das aves. A ingestão de cálcio deve ser de 3,75;

de 4,0 e 4,25 g/ave/dia de 29 a 36 semanas, 37 a 52 semanas e 53 semanas até o término da produção, respectivamente. Se os ovos apresentarem problemas com a qualidade da casca, o nível de cálcio deve ser aumentado em 1 g/ave por dia, mas não deve exceder 6 g/ave por dia (Hester, 1999).

Garlich e Parkhurst (1982), citados por Silva e Santos (2000), foram os primeiros a pesquisarem tratamentos para indução de melhor qualidade de casca, durante o período inicial da muda forçada. Os autores perceberam que o uso de cascas de ostras resultou em taxa mais lenta de declínio da produção, menor número de ovos com cascas fracas e o dobro de ovos comerciais produzidos de 2 a 5 dias do período de jejum. Os resultados sustentam a hipótese de que, em galinhas em jejum, a deficiência celular de cálcio torna-se o primeiro nutriente limitante para a ovulação. Trabalhando, também, com poedeiras durante o segundo ciclo de postura, Rodrigues (1995) concluiu que os dados de qualidade de casca não foram influenciados pelos diferentes níveis de cálcio testados, e que a produção, o peso e a percentagem de perdas de ovos para as aves em início de postura não foram afetados quando a ração continha 4,5% de cálcio, observações também relatadas por Frost e Roland (1991). Entretanto, na fase final de postura, a maior produção de ovos foi obtida com menor nível de cálcio na ração (3,8%), sendo que o peso e as perdas de ovos não foram afetados.

Roland *et al.* (1978), trabalhando com rações deficientes em cálcio, concluíram que o declínio na qualidade da casca em poedeiras velhas não ocorreu devido à redução na capacidade dessas em absorver eficientemente ou utilizar o cálcio presente no esqueleto, já que as aves jovens foram mais sensíveis ao estresse de cálcio dietético por curto prazo do que poedeiras em idade avançada. Como os ovos aumentam de tamanho e a deposição de cálcio é mantida constante, isso pode explicar, parcialmente, porque há declínio na qualidade da casca dos ovos produzidos por poedeiras velhas.

Em função da diversidade de informações na literatura, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de níveis de cálcio para poedeiras comerciais durante o segundo ciclo de postura.

Material e métodos

Foram utilizadas 192 poedeiras comerciais da linhagem Hy-line W-36, com 68 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 (3 níveis de cálcio no período de repouso x 2 níveis de cálcio no período de postura) com quatro repetições,

totalizando 24 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída por oito aves. Os primeiros 30 dias, após o jejum, foram considerados como o período de repouso, em que as aves receberam as rações com três níveis de cálcio (0,5; 2,0 e 3,5%) e, no período de postura (5 ciclos de 28 dias), as aves passaram a receber somente as rações com dois níveis de cálcio (2,0 e 3,5%).

As rações experimentais foram isoprotéicas (16% de proteína bruta) e isocalóricas (2.800 kcal de EM/kg) e formuladas segundo as recomendações nutricionais do NRC (1994). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos respectivos níveis nutricionais, encontram-se na Tabela 1.

As poedeiras foram submetidas a um método de muda forçada, no qual ficaram em jejum e sem o fornecimento de luz artificial até alcançarem uma perda de peso corporal de aproximadamente 25%, o que ocorreu após um período de 13 dias. As aves foram alojadas individualmente em gaiolas de postura. Após o término da muda forçada, voltou-se com a iluminação artificial, com acréscimo de 30 minutos por semana, até atingir 17 horas de luz/dia, tornando-se constante até o final do experimento.

Ao final do 30º dia pós-jejum, quando, então, as aves estavam com 74 semanas de idade, iniciaram-se os ciclos para avaliação do desempenho e das características de qualidade de albúmen e de qualidade externa dos ovos. Para avaliar a espessura da casca, o peso dos ovos e a unidade Haugh, foram utilizados quatro ovos por parcela, colhidos nos últimos dois dias do ciclo, e, para a gravidade específica, foram avaliados todos os ovos íntegros produzidos nos dois últimos dias de cada ciclo. Para essa avaliação, adotou-se o método das soluções de NaCl, com densidade variando de 1,070 a 1,106 g/cm³ e gradiente de 0,006 entre as medidas, sendo as soluções preparadas conforme recomendações de Moreng e Avens (1990). A massa de ovos foi obtida através da multiplicação da produção (%) pelo peso dos ovos (g). A espessura da casca foi determinada após a quebra, a pesagem e a secagem das cascas em estufa a 105°C durante um período mínimo de 4 horas, quando, então, foi realizada a mensuração das mesmas na região do equador do ovo.

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise estatística, utilizando o programa ESTAT (s.d) desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV - Unesp - Jaboticabal. Em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais (%).

Ingredientes	Níveis de cálcio (%)		
	0,5	2,0	3,5
Milho	66,11	66,19	66,19
Farelo de soja	22,89	22,88	22,88
Calcário calcítico	0,09	4,04	7,99
Fosfato bicálcico	1,54	1,54	1,54
DL - metionina 99	0,14	0,14	0,14
Areia lavada	8,25	4,23	0,28
Suplemento mineral+vitaminico ¹	0,50	0,50	0,50
Sal	0,48	0,48	0,48
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada			
Proteína bruta (%)	16,07	16,07	16,06
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800
Cálcio (%)	0,50	2,00	3,50
Fósforo disponível (%)	0,39	0,39	0,39
Metionina (%)	0,40	0,40	0,40
Metionina+cistina (%)	0,68	0,68	0,68
Lisina (%)	0,79	0,79	0,79
Treonina (%)	0,63	0,63	0,63
Triptofano (%)	0,21	0,21	0,21
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22

¹Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de ração: Vit.A - 1.500 UI; Vit.D₃ - 220 UI; Vit. E - 10 mg; Vit. K - 0,5 mg; Vit. B₁ - 2 mg; Vit. B₂ - 10 mcg; Pantotenato de cálcio - 2,2 mg; Niacina - 10 mg; Bacitracina de zinco - 50 mg; Colina - 250 mg; Cobre - 75 mg; Iodo - 0,3 mg; Selênio - 0,1 mg; Manganês - 30 mg; Zinco - 50 mg; Ferro - 50 mg; Butil Hidroxi Tolueno - 0,625 mg.

Resultados e discussão

Na Tabela 2, são apresentadas as médias para o consumo de ração, a produção, o peso e a massa de ovos, a conversão alimentar e a unidade Haugh em função dos níveis de cálcio no período de repouso e no período de postura. Para esses parâmetros, não ocorreu interação significativa entre os níveis de cálcio do período de repouso com os níveis de cálcio do período de postura ($p>0,05$), entretanto pode-se observar que o nível de 0,5% de cálcio, no período de repouso, determinou menores valores para consumo de ração, produção e massa de ovos ($p<0,05$) em relação aos valores obtidos com os demais níveis, indicando que esse nível de cálcio foi inadequado para o período de repouso.

A diminuição no consumo de ração no menor nível de cálcio contraria os resultados encontrados por Watkins *et al.* (1977), Roland *et al.* (1978, 1986), Teixeira (1982), Keshavarz (1986) e Rodrigues (1995), nos quais o menor consumo de ração ocorreu com níveis dietéticos de cálcio mais elevados, o que provavelmente pode ter ocorrido devido a outros fatores, tais como o nível de magnésio e o aumento do carbonato, interferindo, assim, na palatabilidade da ração.

Os resultados de produção e massa de ovos obtidos no presente estudo sugerem que, em aves alimentadas com baixos níveis de cálcio na fase de repouso, a deficiência celular desse nutriente pode ser o primeiro limitante para a ovulação, corroborando os resultados de Garlich e Parkhurst

(1982). Porém, esse efeito não se confirmou durante o período de postura, em que a produção de ovos não foi influenciada pelos níveis de cálcio na ração ($p>0,05$). Frost e Roland (1991) e Clunies *et al.* (1992a) observaram resultados semelhantes, entretanto, Clunies *et al.* (1992b) verificaram que a produção de ovos foi influenciada significativamente pelos níveis de cálcio da ração, quando esses foram 2,5%; 3,5% e 4,5%, sendo que o nível de 3,5% resultou em maior produção de ovos.

A conversão alimentar não foi influenciada ($p>0,05$) pelos níveis de cálcio, contudo as aves que receberam o menor nível de cálcio, tanto no período de repouso como no período de postura, apresentaram, em valores absolutos, pior conversão alimentar. Essa pior conversão alimentar está aliada a uma menor taxa de produtividade dessas aves, uma vez que o cálcio fornecido, provavelmente, não foi suficiente para que as aves apresentassem uma boa produção de ovos. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Watkins *et al.* (1977) e Oliveira (1995) e diferem dos resultados obtidos por Brister *et al.* (1981), Teixeira (1982) e Keshavarz (1986), os quais observaram melhor conversão com a redução de cálcio na ração.

Tabela 2. Efeitos dos níveis de cálcio sobre o desempenho e a qualidade do albúmen dos ovos de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura.

Cálcio (%)	Cons. ração (g/ave/dia)	Prod. ovos (%)	Peso ovo (g)	Massa ovo (g)	CA (kg/dz)	CA (kg /kg)	Unid. Haugh
Níveis de cálcio no período de repouso							
0,5	107,49 b ¹	77,22 b	65,70	50,71 b	1,67	2,11	88,06
2,0	113,00 a	82,35 a	66,75	54,96 a	1,65	2,05	88,27
3,5	113,22 a	82,12 a	66,61	54,68 a	1,65	2,07	88,03
Níveis de cálcio no período de postura							
2,0	112,35	80,62	66,42	53,52	1,67	2,09	88,36
3,5	110,12	80,50	66,28	53,37	1,64	2,07	87,89
Valores de F							
NCR ²	8,92 **	4,14 *	1,21 ns	8,53 **	0,14 ns	1,06 ns	0,065 ns
NCP ³	3,14 ns	0,005 ns	0,05 ns	0,026 ns	0,45 ns	0,50 ns	0,62 ns
NCRxN	0,70 ns	1,31 ns	0,29 ns	1,41 ns	0,73 ns	0,59 ns	0,15 ns
CP							
CV ⁴ (%)	2,77	4,99	2,21	4,31	4,98	4,15	1,67

¹ Médias na coluna, seguidas de letras distintas, diferem ($p<0,05$) entre si pelo teste de Tukey. * $p<0,05$. ** $p<0,01$. ²Níveis de cálcio fornecidos no período de repouso.

³Níveis de cálcio fornecidos no período de postura. ⁴Coefficiente de variação (%).

O peso médio dos ovos e a unidade Haugh não foram afetados ($p>0,05$) pelos níveis de cálcio utilizados nos períodos de repouso ou postura. Diferentes níveis de cálcio também não afetaram o peso dos ovos nos trabalhos de Clunies *et al.* (1992a), Keshavarz e Nakajima (1993), Rodrigues (1995) e Oliveira *et al.* (1997). O peso do ovo não foi significativamente alterado ($p>0,05$) pelos diferentes níveis de cálcio da ração e isso, provavelmente, ocorreu uma vez que o peso do ovo é influenciado pela manipulação de outros nutrientes, como a

proteína (Keshavarz e Nakajima, 1995), a metionina (Keshavarz, 1995), a lisina (Zimmerman, 1997) e o ácido linoléico (Scragg *et al.*, 1987).

As médias para as características que expressam a qualidade da casca dos ovos encontram-se na Tabela 3, onde se observa que ocorreu interação significativa ($p<0,05$) entre os níveis de cálcio utilizados no período de repouso e no período de postura para a percentagem de casca, a espessura de casca e a gravidade específica, sendo o desdobramento das interações apresentado na Tabela 4.

Para percentagem de casca, o desdobramento da interação entre os níveis de cálcio fornecidos no período de repouso e no período de postura evidenciou que, no período de postura, o nível de 3,5% de cálcio na ração promoveu melhor espessura de casca independente do nível de cálcio utilizado no período de repouso. Dentro do nível de 3,5% de cálcio no período de postura, observou-se também que o nível de 2,0% de cálcio utilizado no período de repouso determinou maior percentagem de casca. Por outro lado, para o nível de 2,0% de cálcio no período de postura, o nível de cálcio utilizado no período de repouso não afetou a percentagem de casca ($p>0,05$).

Os melhores valores de espessura de casca ocorreram com o nível de 3,5% de cálcio no período de postura, independentemente do nível de cálcio fornecido no período de repouso. Resultados semelhantes foram obtidos por Harms (1982), o qual verificou que o aumento no nível de cálcio da ração de 2,5% para 4,6% melhorou a espessura de casca.

Tabela 3. Níveis de cálcio sobre a qualidade de casca de ovo de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura.

Cálcio (%)	% de casca	Espessura da casca (mm)	Gravidade específica
Níveis de cálcio no período de repouso			
0,5	8,69	0,364	1,082
2,0	8,68	0,364	1,082
3,5	8,49	0,361	1,082
Níveis de cálcio no período de postura			
2,0	8,30 b	0,351 b	1,080 b
3,5	8,94 a	0,375 a	1,084 a
Valores de F			
NCR ²	3,33 ns	0,49 ns	0,98 ns
NCP ³	86,43 **	80,36 **	94,01 **
NCR x NCP	3,71 *	4,19 *	4,01 *
CV ⁴ (%)	1,96	1,87	0,099

¹ Médias na coluna, seguidas de letras distintas, diferem ($p<0,05$) entre si pelo teste de Tukey. * $p<0,05$. ** $p<0,01$. ²Níveis de cálcio fornecidos no período de repouso.

³Níveis de cálcio fornecidos no período de postura. ⁴Coefficiente de variação (%).

De forma semelhante ao ocorrido para a percentagem e a espessura de casca, o desdobramento da interação entre os níveis de cálcio do período de repouso e do período de produção para a gravidade específica indicou que,

independentemente dos níveis utilizados no período de repouso, o nível de 3,5% de cálcio utilizado no período de postura promoveu melhor gravidade específica dos ovos ($p < 0,05$). Os níveis oferecidos no período de repouso influenciaram ($p < 0,05$) apenas os resultados obtidos para as aves alimentadas com 2,0% de cálcio durante o período de postura. O aumento da gravidade específica com o aumento do nível de cálcio na ração também foi relatado por Frost e Roland (1991), sendo esse aumento linear com o aumento dos níveis de cálcio. Por outro lado, Keshavarz e Nakajima (1993), trabalhando com diferentes níveis de cálcio na ração, verificaram que houve um aumento na gravidade específica, porém não significativo, quando o nível de cálcio foi aumentado de 3,5% para 4,0%.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre níveis de cálcio no período de repouso e no período de postura para a percentagem, a espessura de casca e a gravidade especificada do ovo.

Cálcio no período de repouso (%)	% Casca		Espessura.de casca (mm)		Gravidade específica	
	Cálcio no período de postura (%) ¹					
	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5
0,5	8,48 Ba	8,90 Aab	0,356 Ba	0,371Aa	1,081 Ba	1,084 Aa
2,0	8,24 Ba	9,12 Aa	0,347 Ba	0,381 Aa	1,079 Bb	1,085 Aa
3,5	8,18 Ba	8,81 Ab	0,348 Ba	0,374 Aa	1,079 Bb	1,084 Aa

¹ Médias na coluna (linha), seguidas de letras minúsculas (maiúsculas) distintas, diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Conclusão

Os níveis de cálcio recomendados para as rações de poedeiras leves no período de repouso, após a muda forçada, e no período de produção do segundo ciclo de postura são, respectivamente, 2,0% e 3,5% de cálcio.

Referências

- BRISTER Jr. R.D. *et al.* Effects of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance. *Poult. Sci.*, Champaign, v.60, n. 12, p.2648-2654, 1981.
- CLUNIES, M. *et al.* Effect of dietary calcium level on medullary bone calcium reserves and shell weight of leghorn hens. *Poult. Sci.*, Champaign, v.71, n. 8, p.1348-1356, 1992a.
- CLUNIES, M. *et al.* Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. *Poult. Sci.*, Champaign, v.71, n. 3, p.482-489, 1992b.
- ESTAT 2.0 - *Sistema de Análise Estatística*. Jaboticabal: Pólo Computacional - Departamento de Ciências Exatas - Unesp. s.d.
- FRAGA, M.J., Alimentación mineral y vitamínica de la gallina ponedora. In: BLAS, C.; MATEOS, G.G. *Nutrición y alimentación e gallinas ponedoras*. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Mundi Prensa e

Editorial Aedos, p.161-185, 1994.

FROST, T.J.; ROLAND, D.A. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poult. Sci.*, Champaign, v.70, n. 4, p.963-969, 1991.

GARLICH, J.D.; PARKHURST, C.R. Increased egg production by calcium supplementation during the initial fasting period of a forced molt. *Poult. Sci.*, Champaign, v.61, n. 5, p.955-961, 1982.

HARMS, R.H. The influence of nutrition on egg shell quality. Part 1: Calcium. *Feedstuffs*, Menneapolis, v.54, n° 18, p.25-27, 1982.

HESTER, P.Y. A qualidade da casca do ovo. *Avic. Ind.*, São Paulo, n. 1072, p.20-30, 1999.

KESHAVARZ, K. Further investigations on the effect of dietary manipulations of nutrients on early egg weight. *Poult. Sci.*, Champaign, v.74, n° 1, p.50-61, 1995.

KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poult. Sci.*, Champaign, v.72, n. 1, p.144-153, 1993.

KESHAVARZ, K. The effect of variation of calcium intake on production performance and shell quality. *Poult. Sci.*, Champaign, v.65, n. 11, p. 2120-2125, 1986.

KUSSAKAWA, K.C.K. *et al.* Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n°3, p.572-578, 1998.

MAYNARD, L.A. *et al.* *Nutrição Animal*. 3. ed. Rio de Janeiro. 1984. 726 p.

MORENG, R.E.; AVENS, J.S. *Ciência e Produção de aves*. São Paulo: Roca, 1990.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. - *Nutrient requirements of poultry*. Washington, D.C.: National Academy of Science, Ninth Revised Edition, 1994.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. - *Nutrient requirements of poultry*. 8. ed. Washington, D.C., 1984.

OLIVEIRA, J.E.F. Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

OLIVEIRA, J.E.F. *et al.* Níveis de cálcio, granulometria e horário de fornecimento de calcário no desempenho e na qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. *Cienc. Agrotecnol.*, Lavras, v.21, n° 4, p.502-510, 1997.

RODRIGUES, P.B. *Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção*. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

ROLAND, D.A. Eggshell quality. III. Calcium and phosphorus requirements of commercial leghorns. *World's Poult. Sci. Journal*, v.42, n. 2, p. 154-165, 1986.

ROLAND, D.A. *et al.* The relationship of age on ability of hens to maintain eggshell calcification when stressed with inadequate dietary calcium. *Poult. Sci.*, Champaign, v.57, n.6, p.1616-1621. 1978.

SCRAGG, R.H. *et al.* Response egg weight to the inclusion of various fats in layer diets. *Br. Poult. Sci.*, Basingstoke, v.28, n.1, p.15-21, 1987.

SILVA, J.H.V.; SANTOS, V.J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.29, n. 5, 1440-1445, 2000.

TEIXEIRA, A.S. *Variação granulométrica do calcário e diferentes níveis de cálcio em ração de poedeiras*. 1982. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1982.

WATKINS, R.M. *et al.* Effect of calcium supplement particle size and source on the performance of laying chicken. *Poult. Sci.*, Champaign, v.56, n. 5, p. 1641-1647, 1977.

ZIMMERMAN, R.A. Management of egg size through precise nutrient delivery. *J. Appl. Poult. Res.*, Athens, v.6, n. 4, p.476-482, 1997.

Received on July 09, 2004.

Accepted on January 28, 2005.