

## Níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais

Luci Sayori Murata<sup>1\*</sup>

Joji Ariki<sup>2</sup>

Angela Patrícia Santana<sup>1</sup>

Roberto de Moraes Jardim Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária  
Caixa Postal 4508, CEP 70.910-900, Brasília – DF, Brasil

<sup>2</sup>UNESP, Departamento de Zootecnia, Jaboticabal – SP, Brasil

\*Autor para correspondência  
mluci@unb.br

Submetido em 19/03/2008

Aceito para publicação em 15/10/2008

### Resumo

O experimento foi realizado com o objetivo de verificar a influência dos níveis de cálcio e combinações do calcário em pó com o calcário em grânulo (pedrisco) sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. Foram utilizadas 360 poedeiras da linhagem Hy-Line branca com 57 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x5 (3,75; 4,15 e 4,55% de cálcio na dieta e 0, 25, 50, 75 e 100% de uso do calcário em pó em relação ao calcário em grânulo) com quatro repetições de seis aves cada. A produção de ovos, a conversão alimentar, o peso dos ovos, a resistência e espessura da casca foram influenciados pelos níveis de cálcio utilizados. As combinações de calcário em pó com calcário pedrisco utilizadas não apresentaram efeito sobre os parâmetros estudados. O peso médio de ovos foi melhorado quando se utilizou diferentes níveis de cálcio interagindo com diferentes combinações granulométricas do calcário.

**Unitermos:** fonte de cálcio, perda de ovos, produção de ovos, tamanho da partícula

### Abstract

**Effects of calcium levels and limestone on laying hen performance and egg shell quality.** An experiment was carried out to evaluate the influence of calcium levels and combinations of limestone particle sizes on the laying performance and egg shell quality of hens. Three hundred and sixty Hy-Line laying hens of 57 weeks of age were used, distributed in a randomized design in 3x5 factorial arrangement (3.75, 4.15 and 4.55% of calcium in the diet and 0, 25, 50, 75 and 100% of replacement of limestone powder) with 4 replicates, each consisting of 6 hens. Egg production, feed conversion, egg weight, and strength and thickness off egg shell were influenced by diet calcium levels. No single effect of limestone particle size replacement was found in the studied parameters. The average egg weight was improved when different diet calcium levels, interacting with different combinations of limestone particle sizes, were used.

**Key word:** calcium source, egg losses, egg production, particle size

## Introdução

De acordo com Hester (1999) aproximadamente 13,7% dos ovos produzidos por poedeiras comerciais são perdidos decorrentes de alterações na qualidade da casca. Estas atuam como uma embalagem do conteúdo do ovo e como proteção do embrião e deve ser suficientemente resistente para resistir os impactos da postura, coleta, classificação e transporte até alcançar o consumidor final (Pelícia et al., 2007). Em estudos anteriores Kussakawa et al. (1998) alertaram a respeito da importância da qualidade da casca na avicultura industrial quanto à saúde alimentar, pois ovos com cascas de baixa qualidade representam um potencial risco de contaminação bacteriana.

O cálcio é considerado um importante nutriente nas dietas de poedeiras comerciais, sendo essenciais na formação da casca do ovo. Segundo Etches (1996) a casca é formada por 98% de carbonato de cálcio, dos quais 60% constituídos por bicarbonato e 38% por cálcio. Fatores como fonte de cálcio, tamanho e solubilidade da partícula de cálcio e níveis de inclusão do mesmo influenciou a qualidade da casca (Faria, 2002).

As fontes de cálcio possuem variações quanto à granulometria da partícula e ao nível e solubilidade do cálcio (Bertechini e Fassani, 2001), portanto, estas variáveis tornam-se imprescindíveis para então atender as necessidades fisiológicas das aves. Segundo Jardim Filho et al. (2005) o uso indevido destas fontes acarreta prejuízo ao sistema esquelético das galinhas, ocasionando perdas na qualidade da casca dos ovos e redução da vida produtiva da poedeira.

Com o avançar da idade das poedeiras a qualidade da casca dos ovos decresce devido a menor retenção do cálcio (Curtis et al., 1985) e redução nos níveis de 1- $\alpha$ -hidroxilase (Adams e Bell, 1998). Assim, aves jovens possuem retenção de aproximadamente 60% enquanto que nas mais velhas, apenas 40% do cálcio é absorvido (Keshavarz e Nakajima, 1993), além disso, à medida que a poedeira envelhece, ocorre um aumento no peso do ovo de até 20% sem aumento proporcional no peso da casca (Miles, 2000) determinando a queda na qualidade desta. Segundo Al-Batshan et al. (1994) aves com 57 semanas de idade apresentaram redução de 9,79% na

espessura da casca do ovo em relação às aves com 22 semanas de idade.

A busca da adequação de níveis e fontes de cálcio tem sido relevante na melhora da qualidade dos ovos, contribuindo na formação da casca do ovo (Roland e Harms, 1973). Segundo Roland (1976), para algumas aves, o nível de 2,25% de cálcio dietético foi adequado, para outras o nível de 5,00% pode ser necessário dependendo da idade, do consumo alimentar, da temperatura ambiente, do conteúdo de energia da dieta e da atual qualidade do ovo.

Clunies et al. (1992a e b) observaram que o aumento no consumo de cálcio na dieta resultou em ovos com cascas mais resistentes. Entretanto, pesquisas indicaram que o excesso de cálcio possui um efeito adverso sobre o consumo de ração e produção de ovos (Scott et al., 1971). Este excesso de cálcio pode interferir na disponibilidade outros minerais como o fósforo, manganês e zinco, além de tornar a dieta menos palatável (Geraldo et al., 2006).

Vários estudos foram realizados para determinar-se a granulometria ideal da partícula de calcário a ser fornecido às poedeiras com objetivo de melhorar o desempenho e qualidade dos ovos. Segundo Miles (1993); Leeson e Summers (1997) e Scheideler, (1998) estas devem ser grandes o suficiente para ficarem retidas na moela das poedeiras por um tempo que permita que a liberação e a absorção de cálcio ocorram durante todo o processo de formação da casca do ovo.

Levando-se em consideração a importância da integridade e resistência da casca do ovo na manutenção de sua propriedade nutricional e microbiológica que denotam a qualidade do produto e segurança alimentar, estas características tornam-se fundamentais para a aceitação do ovo por parte do mercado consumidor no mercado. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de cálcio e da utilização do calcário de textura grossa e fina e suas combinações sobre o desempenho de poedeiras comerciais e qualidade dos ovos na fase final do ciclo de postura.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado nas instalações de uma granja comercial localizada no Estado do Paraná, com duração de 56 dias divididos em quatro ciclos de 14 dias. Durante o período experimental, a temperatura média máxima foi de 32°C e a mínima de 21°C. A umidade relativa do ar variou entre 58 a 76%.

Foram utilizadas 360 galinhas da linhagem Hy-Line branca com 57 semanas de idade submetidas a diferentes níveis de cálcio e combinações granulométricas do calcário. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial 3x5, sendo três níveis de cálcio (3,75; 4,15 e 4,55%) e cinco níveis de substituição do calcário em pó pelo calcário em grânulo (0, 25, 50 75 e 100%) com quatro repetições de seis aves. Foi utilizado o calcário calcítico com

36% de cálcio e a granulometria do calcário em pó e do calcário granulado foram de dez (0,85mm) e quatro (4,0mm) *mesh*.

Aração foi fornecida manualmente duas vezes ao dia (8 e 16h) *ad libitum* e o período de iluminação diária foi de 16h. As aves foram pesadas individualmente no início e no final do período experimental, apresentando peso médio corporal de 1,69 e 1,75 kg respectivamente.

As rações foram balanceadas seguindo as recomendações nutricionais do Manual de Manejo da Linhagem Hy-line (Hy-line, s.d.). As rações foram formuladas de acordo a composição química e os valores energéticos dos alimentos recomendados na Tabela de Composição de Alimentos da EMBRAPA (1991), exceto o calcário que seguiu especificação do fornecedor (Tabela 1).

TABELA 1: Composição percentual e calculada das rações.

Ingredientes (%)	Níveis de Cálcio (%)		
	3,75	4,15	4,55
Milho moído	68,95	66,30	63,69
Farelo de soja	18,70	19,25	19,75
Óleo de soja	0,80	1,80	2,80
Calcário (36%)	9,17	10,27	11,38
Fosfato bicálcico	1,70	1,70	1,70
Sal	0,30	0,30	0,30
Cloreto de colina (60%)	0,04	0,04	0,04
DL-Metionina (99%)	0,14	0,14	0,14
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição Calculada:</b>			
Proteína Bruta, (%)	14,40	14,40	14,40
Energia Metabolizável, (kcal/kg)	2850	2850	2850
Cálcio, (%)	3,75	4,15	4,55
Fósforo disponível, (%)	0,42	0,42	0,42
Sódio (%)	0,14	0,14	0,14
Metionina, (%)	0,33	0,33	0,33
Metionina + Cistina, (%)	0,57	0,57	0,57
Lisina, (%)	0,66	0,66	0,66

<sup>1</sup>Vitamina A 6.000.000 U.I.; Vitamina E 5.000mg; Tiamina 200mg; Ácido pantotênico 6.000mg; Piridoxina 300mg; Ácido fólico 200mg; Vitamina D<sub>3</sub> 1.200.000 U.I.; Vitamina K<sub>3</sub> 500mg; Riboflavina 2.000mg; Niacina 12.000mg; Biotina 20mg; Vitamina B<sub>12</sub> 5.000mcg; Antioxidante (BHT) 2.000mg; Veículo q.s.p. 1.000g.

<sup>2</sup>Cobalto 100mg; Cobre 6.000mg; Ferro 50.000mg; Iodo 1.000mg; Manganês 65.000mg; Selênio 200mg; Zinco 50.000mg; Veículo q.s.p. 1.000g.

Os ovos foram colhidos três vezes ao dia (9, 13 e 17h), registrando-se a porcentagem de ovos perdidos, que foram classificados em ovos quebrados, trincados, com casca fina, sem casca e deformados.

Nos dois últimos dias de cada ciclo, dois ovos por parcela foram separados para determinar-se o peso do ovo, peso da casca (g), unidade Haugh (g/cm<sup>3</sup>), resistência (kg/cm<sup>2</sup>), espessura da casca (mm) e gravidade específica.

Utilizou-se para o teste de unidade Haugh régua medidora (FHK), que relacionou diretamente o peso dos ovos (g) e a altura de albúmen (mm) em dois pontos do albúmen, aproximadamente a 1,5cm da gema. Após a avaliação da Unidade Haugh, as cascas foram utilizadas para a avaliação de espessura da casca. Estas foram lavadas em água corrente, submetidas à retirada da membrana interna e seca em temperatura ambiente por 24h. A espessura foi medida com um micrômetro manual (FHK) em dois pontos na área centro-transversal da casca dos ovos

A resistência da casca foi determinada por medidor de pressão (FHK), sendo sua unidade expressa em kg/cm<sup>2</sup>, com escala variando de zero a seis.

Para a avaliação da gravidade específica foram utilizados todos os ovos íntegros de cada parcela produzidos nos dois últimos dias de cada ciclo. Foram elaboradas em baldes de plástico, oito soluções salinas com diferentes densidades que variaram de 1,060 a 1,095g/cm<sup>3</sup> com aumento de 0,0050 (adaptado de Christmas et al., 1985) com a utilização de densímetro para líquidos e sendo calibradas a cada 60 ovos submersos. O teste foi realizado logo após a colheita dos ovos onde estes foram acondicionados em cestos plásticos e submersos nas soluções da menor para a maior concentração, por ocasião da flutuação do ovo em determinado balde o ovo foi retirado do teste.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise variância e regressão polinomial utilizando-se o sistema de análise estatística ESTAT 2.0 (Banzatto e Kronka, 1992).

## Resultados e Discussão

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos estudados sobre a porcentagem de ovos

perdidos, sendo que 98,3% dos ovos produzidos foram considerados normais e 1,7% foram perdidos, dentre estes 66,3% apresentaram-se quebrados, 15,1% trincados, 4,6% deformados, 7,0% com casca fina e 7,0% sem casca.

Para produção de ovos (Tabela 2) verificou-se efeito quadrático pela regressão polinomial ( $P < 0,01$ ) dos níveis de cálcio com máxima produção quando o nível de cálcio da ração atingiu 4,05% (Figura 1).

O consumo alimentar, peso da casca dos ovos, gravidade específica, unidade haugh e porcentagem de casca dos ovos (Tabela 2) das aves não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelo nível de cálcio utilizado na dieta. Entretanto, a conversão alimentar foi significativamente pior ( $P < 0,01$ ) quando fornecido 4,55% de cálcio na dieta, resultados semelhantes foram obtidos por Cavalheiro et al. (1982) quando utilizaram níveis de 2,41 a 3,89% de cálcio, o aumento neste parâmetro pode ser devido a menor produção de ovos verificados para este nível ( $P < 0,05$ ) com consumo alimentar similares. Entretanto, estes dados contrastam com os obtidos por Pizzolante et al. (2006) que trabalharam com níveis de 3,5 e 4,0% de cálcio para poedeiras marrons com 83 semanas de idade.

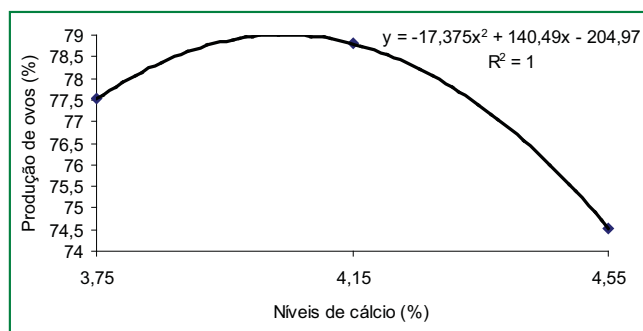


FIGURA 1: Efeito quadrático dos níveis de cálcio em dietas de poedeiras sobre a produção de ovos (%).

As galinhas que consumiram rações com 3,75% de cálcio produziram ovos mais leves ( $P < 0,01$ ) comparados aos ovos provenientes de aves alimentadas com rações contendo níveis de 4,15 e 4,55% de cálcio, sendo que esta variável apresentou efeito linear sobre o peso médio dos ovos (Tabela 2).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, verificou-se que elevados níveis de cálcio na dieta

aumentaram linearmente espessura da casca ( $P < 0,05$ ). Este aumento na espessura da casca acompanhada da redução na produção de ovos pode ser atribuído a maior disponibilidade de cálcio para a formação da casca. Entretanto, para resistência da casca verificou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) do nível de cálcio dietético, de acordo com a derivação da equação, o ponto de máxima foi obtido quando a ração continha 4,06% de cálcio (Figura 2).

Stadelman (1977) sugeriu que a espessura da casca seria um indicativo de resistência da casca. Entretanto, em estudos anteriores Meyer et al. (1973) verificaram baixa correlação entre estes parâmetros, atribuindo o fato a não consideração da concentração da camada paliçada próximo à porção cristalina mamária da casca do ovo.

Os níveis de substituições de calcário em pó pelo calcário em grânulo não influenciaram significativamente ( $P > 0,05$ ) na produção de ovos (Tabela 3), entretanto estes

dados contrastam com Meyer (1993) que verificaram aumento da produção de ovos quando utilizaram o calcário granulado. Estas diferenças observadas entre os trabalhos, possivelmente devem-se a variação dos níveis de solubilidade das fontes de cálcio (Coon e Cheng, 1986; Guinotte e Nys, 1991; Jardim Filho et al., 2005).

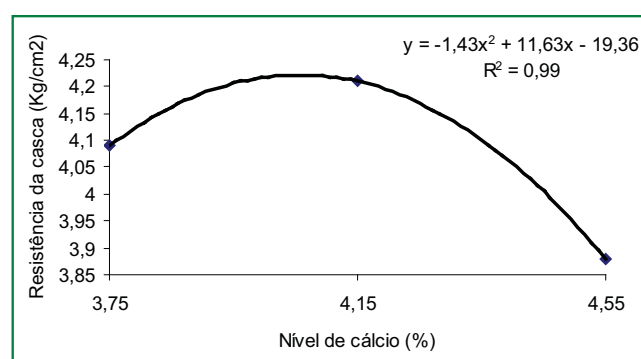


FIGURA 2: Efeito quadrático dos níveis de cálcio em dietas de poedeiras sobre a produção de ovos (%).

TABELA 2: Valores médios de desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio.

Parâmetros	Níveis de cálcio (%)			Reg.	CV (%)	Ponto de máxima (%)
	3,75	4,15	4,55			
Produção de ovos (%)	77,52 <sup>a</sup>	78,81 <sup>a</sup>	74,54 <sup>b</sup>	Q *	4,05	4,05
Consumo ração (g/ave/dia)	101,06	99,14	100,65	NS	5,15	-
Conversão Alimentar (kg/dz)	1,53 <sup>a</sup>	1,54 <sup>a</sup>	1,62 <sup>b</sup>	L *	3,33	-
Peso dos ovos (g)	65,53 <sup>b</sup>	66,02 <sup>a</sup>	66,18 <sup>a</sup>	L *	0,93	-
Peso da casca dos ovos (g)	5,64	5,68	5,69	NS	1,98	-
Gravidade específica (g/cm <sup>3</sup> )	1,081	1,081	1,081	NS	0,14	-
Unidade Haugh	88,01	86,78	86,40	NS	2,47	-
Resistência casca (kg/cm <sup>2</sup> )	4,09 <sup>ab</sup>	4,21 <sup>a</sup>	3,88 <sup>b</sup>	Q *	10,30	4,06
Espessura da casca (mm)	0,345 <sup>b</sup>	0,349 <sup>ab</sup>	0,350 <sup>a</sup>	L **	1,66	-
Porcentagem de casca	8,61	8,60	8,40	NS	6,11	-
Porcentagem de ovos perdidos	7,34	6,68	7,00	NS	44,51	-

Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente; \*( $P > 0,01$ ); \*\*( $P > 0,05$ ); CV = coeficiente de variação; Exig. = Exigência; Reg. = Regressão; Q = quadrático; L = linear; Produção de ovos =  $204,83 + 140,43X - 17,37x^2$  ( $R^2 = 0,98$ ); Conversão alimentar =  $0,1531115 + 0,6970000x$ ; Peso dos ovos =  $62,55 + 0,81006x$ ; Resistência da casca =  $-19,36 + 11,63X - 1,43x^2$  ( $R^2 = 0,99$ ); Espessura da casca =  $0,3198 + 0,0006688x$ .



TABELA 3: Valores médios de desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de substituição do calcário em pó pelo calcário pedrisco.

Parâmetros	Níveis de substituição do calcário em pó pelo calcário pedrisco (%)					Reg.
	0	25	50	75	100	
Produção de ovos (%)	77,60	78,10	75,09	77,48	76,51	NS
Consumo ração (g/ave/dia)	96,76	101,56	100,99	101,94	100,21	NS
Conversão Alimentar (kg/dz)	1,50	1,56	1,61	1,58	1,58	NS
Peso dos ovos (g)	66,06	65,88	65,93	66,10	65,59	NS
Peso da casca dos ovos (g)	5,63	5,71	5,69	5,59	5,73	NS
Gravidade específica (g/cm <sup>3</sup> )	1,080	1,081	1,082	1,081	1,082	NS
Unidade Haugh	87,19	85,84	87,28	87,79	87,21	NS
Resistência casca (kg/cm <sup>2</sup> )	4,07	4,14	4,03	3,97	4,08	NS
Espessura da casca (mm)	0,345	0,349	0,350	0,344	0,350	NS
Porcentagem de casca	8,18	8,67	8,67	8,50	8,73	NS
Porcentagem de ovos perdidos	7,10	6,52	6,74	8,82	5,87	NS

Reg.= Regressão; NS=não significativo.

O consumo de ração e conversão alimentar não diferiram entre os níveis de substituições do calcário em pó pelo granulado ( $P>0,05$ ), estes resultados concordam com os encontrados por Scheideler (1998) e Jardim Filho et al. (2005), quando pesquisaram diferentes granulometrias do calcário em rações de galinhas poedeiras.

A substituição crescente do calcário com textura fina pelo calcário com textura grossa não causou efeito significativo sobre o peso dos ovos ( $P>0,05$ ), resultados semelhantes foram encontrados anteriormente por Oliveira (1995) e Jardim Filho et al. (2005).

A textura do calcário não influenciou o peso da casca dos ovos ( $P>0,05$ ), concordando com os dados obtidos por Café et al. (1999) e Jardim Filho et al. (2005) quando estudaram a utilização de calcários com granulometrias que variam do fino ao pedrisco. Em estudos anteriores Rao e Roland (1990) e Miles (2000) sugeriram que o fornecimento de calcário em grânulo poderia propiciar maior disponibilidade de cálcio para a formação da casca.

A substituição do calcário de textura fina pela grossa não demonstrou efeito ( $P>0,05$ ) sobre características de qualidade do ovo (Tabela 3) como a gravidade específica, unidade Haugh, resistência da casca e espessura da casca entre os tratamentos estudados. Rao et al. (1992)

sugeriram que esta substituição pode não promover melhora na qualidade da casca do ovo em condições de consumo e disponibilidade adequados de cálcio.

Os níveis de cálcio e a substituição do calcário com textura fina pelo calcário com textura grossa apresentaram interação ( $P<0,01$ ) para o peso médio dos ovos. Após desdobramento verificou-se que a resposta das aves para a variável peso do ovo foi diferente de acordo com a mistura realizada. Quando foi fornecida dieta com 100% de calcário em pó e 75% calcário em pó com 25% de calcário com textura grossa não houve efeito dos níveis de cálcio. Entretanto, verificando-se as outras substituições, à medida que se aumentou a porcentagem de calcário de textura grossa houve efeito dos níveis de cálcio na dieta para esta variável. Para o uso de 50, 75 e 100% de calcário pedrisco verificou-se regressão ( $P<0,01$ ) quadrática negativa, linear e quadrática positiva, respectivamente, sendo que o ponto de máxima ocorreu quando o nível de cálcio na dieta atingiu 4,10% (Figura 3). Por outro lado, a utilização de 44,79% de calcário grosseiro proporcionou maior peso dos ovos quando fornecido 4,55% de cálcio dietético às galinhas (Figura 4).

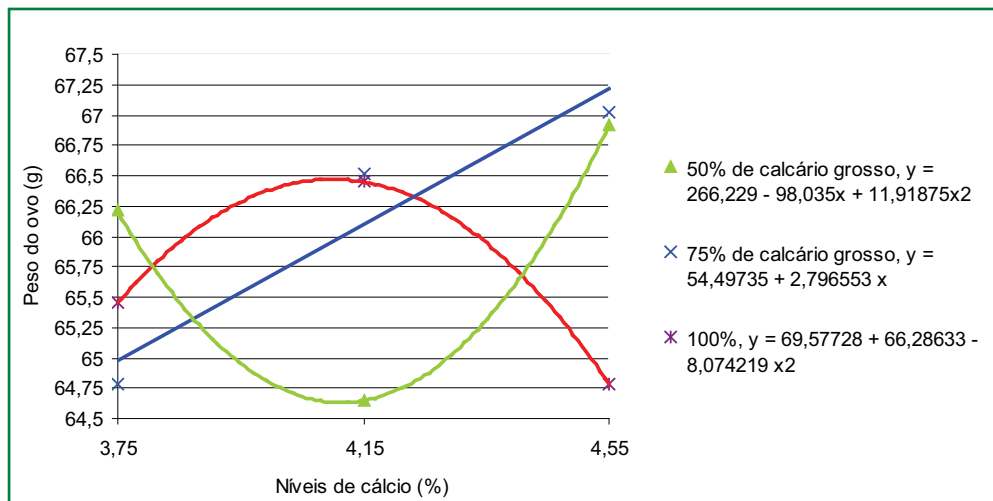


FIGURA 3: Efeito de interação de níveis substituição do calcário em pó pelo calcário pedrisco (%) dentro níveis de cálcio.

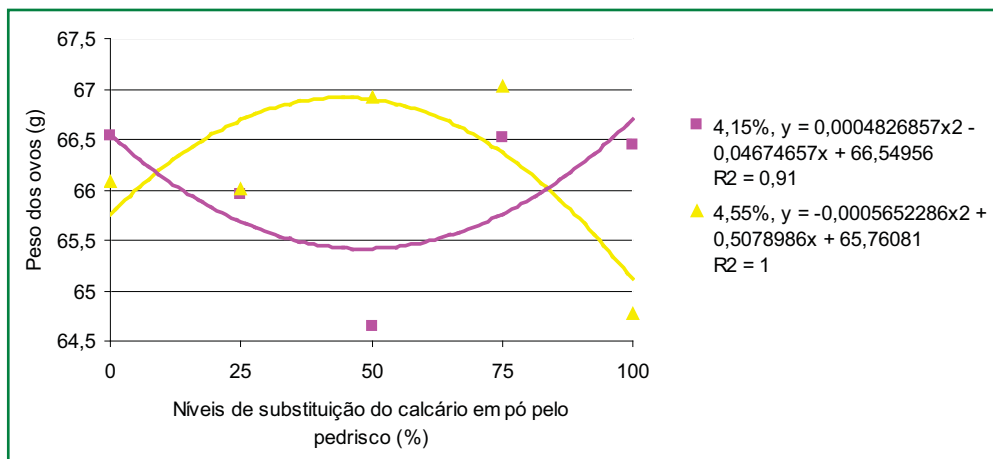


FIGURA 4: Efeito de interação de níveis de cálcio (%) dentro de níveis substituição do calcário em pó pelo calcário pedrisco (%).

Os parâmetros de desempenho das aves e de qualidade da casca dos ovos responderam de maneira diferenciada nos tratamentos estudados.

A partir dos resultados foi possível concluir que o aumento nos níveis de cálcio nas dietas de poedeiras melhorou o peso dos ovos e a espessura da casca independentemente da utilização de calcário em pedrisco. Os maiores níveis de cálcio estudados não melhoraram a produção de ovos e resistência da casca

Nos níveis de cálcio utilizados no experimento o uso de calcário pedrisco não proporcionou benefícios no desempenho das aves ou qualidade da casca dos ovos.

O peso médio dos ovos foi melhorado quando foram utilizados diferentes níveis de cálcio interagindo

com diferentes combinações granulométricas do calcário.

## Referências

- Adams, C. J.; Bell, D. D. 1998. A model relating egg weight and distribution to age of hen and season. **Journal of Applied Poultry Research**, 7: 35-44.
- Al-Batshan, H. A.; Scheideler, S. E.; Black, B. L.; Garlich, J. D.; Anderson, D. E. 1994. Duodenal calcium-uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, 73 (10): 1590-1596.
- Banzatto, D. A.; Kronka, S. N. 1992. **Experimentação agrícola**. 2ª ed. Funep, Jaboticabal, Brasil, 247pp.
- Bertechini, A. G.; Fassani, E. J. 2001. Macro e microminerais na alimentação animal. **Anais do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal**, Campinas, Brasil, p.219-234.

- Café, M. B.; Muramatsu, K.; Haga, N.; Stringhini, J. H.; Morais, N. A. 1999. Influência da granulometria da fonte de cálcio na produção e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Anais do I Congresso de Produção e Consumo de Ovos**, São Paulo, Brasil, p.119-120.
- Cavalheiro, A. C. L.; Trindade, D. S.; Oliveira, S. C.; Arnt, L. M. 1982. Níveis de cálcio para poedeiras: 1. Resposta animal. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnicas Francisco Osório**, 9: 39-67.
- Christmas, R. B.; Harms, R. H.; Junqueira, O. M. 1985. Performance of single comb white Leghorn hens subjected to 4 to 10 day feed withdrawal force rest procedures. **Poultry Science**, 64: 2321-2324.
- Clunies, M.; Emslie, J.; Leeson, S. 1992a. Effect of dietary calcium level on medullary bone calcium reserves and shell weight of Leghorn hens. **Poultry Science**, 71: 1348-1356.
- Clunies, M.; Parks, D.; Leeson, S. 1992b. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. **Poultry Science**, 71: 482-489.
- Coon, C.; Cheng, T. K. 1986. Effect of limestone solubility on layer performance, shell quality studied. **Feedstuffs**, 58: 12.
- Curtis, P. A.; Gardner, F. S.; Mellor, P. B. 1985. A comparison of selected quality compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. Shell quality. **Poultry Science**, 64: 297-301.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). 1991. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3ª ed. EMBRAPA – CNPSA. Documentos 19, Concórdia, Brasil, 97pp.
- Etches, R. J. 1996. **Reproduction in poultry**. CAB International, Wallingford, UK, 328pp.
- Faria, L. V. de. 2002. **Granulometria do calcário calcítico e níveis de cálcio para poedeiras comerciais em segundo ciclo de reprodução**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Brasil, 61pp.
- Geraldo, A.; Bertechini, A. G.; Brito, J. A. G. de; Kato, R. K.; Fassani, E. J. 2006. Níveis de cálcio de granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35 (1): 113-118.
- Guinotte, F.; Nys, Y. 1991. Effects of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. **Poultry Science**, 70: 583-592.
- Hester, P. Y. 1999. A qualidade da casca do ovo. **Avicultura industrial**, 90 (1072): 20-30.
- Hy line. s.d. **Manual de manejo Hy-line**. Granjas Ito, Sumaré, Brasil, 15pp.
- Jardim Filho, R. M.; Stringhini, J. H.; Café, M. B.; Leandro, N. S. M.; Cunha, W. C. P.; Nascimento Júnior, O. 2005. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum**, 27: 35-41.
- Keshavarz, K.; Nakajima, S. 1993. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science**, 72: 144-153.
- Kussakawa, K. C. K.; Murakami, A. E.; Furlan, A. C. 1998. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 27 (3): 572-578.
- Leeson, S.; Summers, J. D. 1997. **Commercial poultry nutrition**. 2ª ed. University Book, Ghelph-Ontario, Canada, 350pp.
- Meyer, R.; Baker, R. C.; Scott, M. L. 1973. Effect of hen egg shell strength and structure. **Poultry Science**, 52: 949-953.
- Meyer, W. C. 1993. **Avaliação do calcário dolomítico unical do município de Pântano Grande, como fonte de cálcio para poedeiras**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Brasil, 135pp.
- Miles, R. D. 1993. **Gravedad específica del huevo-establecimiento de un programa de verificación. Generalidades sobre la calidad del cascarón de huevo**. Asociación Americana de Soya, México, México, p.1-8.
- Miles, R. D. 2000. Fatores nutricionais envolvidos com a qualidade da casca dos ovos. **Anais do IV Simpósio Goiano de Avicultura**, Goiânia, Brasil, p.163-174.
- Oliveira, J. E. F. 1995. **Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Brasil, 81pp.
- Pelícia, K.; Garcia, E. A.; Scherer, M. R. S.; Móri, C.; Dalanezi, J. A.; Faitarone, A. B. G.; Molino, A. B.; Berto, D. A. 2007. Alternative calcium source effects on commercial egg production and quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 9 (2): 105-109.
- Pizzolante, C. C.; Garcia, E. A.; Laganá, C.; Saldanha, E. S. P. B.; Deodato, A. P.; Faitarone, A. B. G.; Scherer, M. R.; Batista, L. 2006. Effect of the calcium level and limestone particle size on the performance of semi-heavy layers in the second cycle of egg production. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 8 (3): 173-176.
- Rao, K. S.; Roland, S. R. 1990. 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**, 69: 2170-2176.
- Rao, K. S.; Roland, D. A.; Adams, J. L. 1992. Improvement limestone retention in gizzard of commercial leghorn hens. **Journal of Applied Poultry Research**, 1 (1): 6-10.
- Roland, D. A. 1976. Recent development in egg shell quality. **Feedstuffs**, 48 (29): 3.
- Roland, D. A.; Harms, R. H. 1973. Calcium metabolism in the laying hen. 5. Effect of various source and sizes of calcium carbonate on shell quality. **Poultry Science**, 52: 369-372.
- Scheideler, S. 1998. Eggshell calcium effects on egg quality and Ca digestibility in first –or third-cycle laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, 7: 69-74.
- Scott, M. L.; Hull, S. J.; Mullenhoff, P. A. 1971. The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. **Poultry Science**, 50: 1055-1063.
- Stadelman, W. J. 1977. Quality identification of shell eggs. **Egg science and technology**. 2ª ed. Ed. Avi Publ. Co., Westport, USA, 345pp.