



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Tsuyoshi Ito, Diogo; Emygdio de Faria, Douglas; Aiko Kuwano, Elizabete; Mack Junqueira, Otto;
Francelino de Araujo, Lúcio

Efeitos do fracionamento do cálcio dietário e granulometria do calcário sobre o desempenho e
qualidade dos ovos de poedeiras comerciais

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 28, núm. 2, abril-junio, 2006, pp. 187-195
Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126481005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Efeitos do fracionamento do cálcio dietário e granulometria do calcário sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais

Diogo Tsuyoshi Ito¹, Douglas Emygdio de Faria^{2*}, Elizabete Aiko Kuwano¹, Otto Mack Junqueira³ e Lúcio Francelino de Araujo²

¹Zootecnista, Cidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), Universidade de São Paulo (USP), Av. Duque de Caxias Norte, 225, 13635-900, Pirassununga, São Paulo, Brasil. ³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: defaria@usp.br

RESUMO. Avaliou-se o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras submetidas ao fracionamento de cálcio (Ca) da dieta e diferentes granulometrias de calcário calcítico. Foram utilizadas 270 poedeiras ISA Babcock, com 40 semanas, por quatro períodos de 28 dias, em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x3: fracionamento do Ca – g manhã:g tarde (2:2; 1:3 e 3:1) e granulometria do calcário calcítico (mista, grossa e fina), com cinco repetições de seis aves cada. As aves alimentadas com 3 g de Ca, de manhã ou à tarde, consumiram mais ração e Ca no entanto, o consumo total diário de Ca não foi influenciado. O calcário fino influenciou negativamente a qualidade da casca. Conclui-se que o fracionamento de cálcio não influenciou os parâmetros estudados e que utilizar calcário fino prejudica a qualidade da casca dos ovos.

Palavras-chave: alimentação, aves, minerais, nutrição, tamanho de partícula de calcário.

ABSTRACT. Effects of dietary calcium fractionation and limestone particle size on performance and egg quality of commercial laying hens. The performance and egg quality of 270 ISA Babcock layers, aged 40 weeks, fed diets with different calcium (Ca) levels and limestone particle size were evaluated. The experimental design was randomized in a 3x3 factorial scheme: Ca fractionation – g morning : g afternoon (2:2, 1:3 and 3:1) and limestone particle size (coarse, fine and blended) totaling nine treatments with five replications of six hens each. Performance was not influenced by the treatments, except feed and Ca intakes. Hens fed with 3:3g Ca, in the morning or in the afternoon, had higher Ca and feed intake. However, there was no effect on daily total Ca intake. Egg specific gravity was improved when hens were fed with coarse and blended limestones. Results showed that Ca fractionation did not influence performance and egg shell quality. Egg specific gravity is improved when hens are fed with coarse and blended limestones.

Key words: feeding, poultry, minerals, nutrition, limestone particle size.

Introdução

O contínuo melhoramento genético das linhagens comerciais tem resultado em aves cada vez mais produtivas e, por outro lado, mais exigentes quanto aos aspectos de manejo, sanidade, ambiência e nutrição. Nesse contexto, a qualidade da casca dos ovos torna-se um fator que preocupa os produtores, já que as perdas econômicas decorrentes de danos causados à casca resultam em depreciação e perdas de produto por presença de trincas, deformidades e irregularidades na deposição de casca.

Cerca de 10% do peso do ovo é composto pela casca, sendo que 98% da mesma é formada por carbonato de cálcio, dos quais 60% constituídos por

carbonato e 38% por cálcio (Etches, 1995). A poedeira necessita consumir diariamente cerca de 4 gramas de cálcio, considerando-se que somente cerca de 50% a 60% do cálcio dietário é utilizado no processo de formação da casca. Quando a glândula da casca (útero) está inativa, sem a presença do ovo, a absorção de cálcio pelo intestino é em torno de 40%. Todavia, quando a mesma está ativa, a eficiência de absorção chega a mais de 70% (Clunies e Leeson, 1995). Neste sentido, vem sendo pesquisada a tentativa de oferecer quantidades diferentes de cálcio ao longo do processo de formação da casca do ovo para atender da melhor maneira possível às necessidades fisiológicas da ave (Maggioni *et al.*,

1996; Keshavarz, 1998a e b; Waldroup e Hellwig, 2000).

O uso de fontes de cálcio com distintas granulometrias tem sido uma prática rotineira na alimentação de poedeiras. À noite, quando o trato digestório da ave está vazio, os ossos são a principal fonte de cálcio para a formação da casca, já que as partículas finas de calcário são rapidamente solubilizadas. Logo, a granulometria das fontes de cálcio pode influenciar a disponibilidade desse mineral. Quando são usadas partículas maiores de calcário, com menor solubilidade, o trato digestório das aves poderá conter fontes de cálcio mesmo no período noturno, havendo solubilização gradativa e disponibilidade para ser absorvido para a corrente sanguínea (Miles, 2000). Se a dieta não contém partículas maiores de calcário ou de farinha de casca de ostras, é possível observar uma deterioração na qualidade da casca.

Outro aspecto importante é o fato de que existem diferenças, em relação à solubilidade e ao conteúdo de cálcio, entre os calcários provenientes de diferentes regiões. Portanto, são necessários mais estudos de caracterização das fontes de cálcio para que sua utilização não comprometa a produção nem a qualidade dos ovos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as principais características de desempenho e de qualidade interna e externa dos ovos de poedeiras comerciais brancas submetidas ao fracionamento do cálcio em dietas contendo calcário com diferentes granulometrias.

Material e métodos

Foram utilizadas 270 aves da linhagem comercial ISA Babcock B-300N, com 40 semanas de idade, distribuídas em 45 unidades experimentais. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 3x3, com os fatores: fracionamento da quantidade de cálcio por ave e por período do dia (2 g manhã: 2 g tarde; 1 g manhã: 3 g tarde e 3 g manhã: 1 g tarde) e granulometria do calcário (mista, grossa e fina), totalizando nove tratamentos, com cinco repetições de seis aves cada. Os tratamentos estão indicados na Tabela 1. As aves foram submetidas a um programa de iluminação constante com 16 horas de luz/dia (das 4 às 20 horas).

Tabela 1. Indicação dos tratamentos experimentais.

Table 1. Indication of experimental treatments.

Tratamento <i>Treatment</i>	Fracionamento de cálcio (g Ca/ave) <i>Calcium fractionation (g Ca/bird)</i>		Granulometria do calcário* <i>Limestone particle size*</i>
	Manhã <i>Morning</i>	Tarde <i>Afternoon</i>	
1	2	2	Mista <i>Blended</i>
2	2	2	Grossa <i>Coarse</i>

3	2	2	Fina <i>Fine</i>
4	1	3	Mista <i>Blended</i>
5	1	3	Grossa <i>Coarse</i>
6	1	3	Fina <i>Fine</i>
7	3	1	Mista <i>Blended</i>
8	3	1	Grossa <i>Coarse</i>
9	3	1	Fina <i>Fine</i>

*Fina (granulometria inferior a 0,5 mm); Grossa (granulometria superior a 3,0 mm e inferior a 5,0 mm) e Mista (30% de calcário grosso e 70% de calcário fino).

*Fine (particle size lower than 0,5 mm); Coarse (particle size between 3,0 mm and 5,0 mm) and Blended (30% of coarse limestone and 70% of fine limestone).

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja com níveis nutricionais visando atender às exigências das aves para um consumo estimado em 110 gramas/ave/dia, conforme manual da linhagem ISA Babcock B-300N (2000). As rações experimentais foram formuladas com os níveis de 2%; 4% e 6% de Ca para a devida composição dos tratamentos (Tabela 2). As rações foram oferecidas às aves em dois horários, 8h e 16h, na quantidade de 55 gramas/ave em cada horário, acondicionadas em baldes plásticos distintos e identificados (manhã e tarde).

A granulometria dos calcários utilizados foi classificada da seguinte forma: calcário fino (granulometria inferior a 0,5 mm) e calcário grosso (granulometria superior a 3,0 mm). A granulometria mista foi obtida através da mistura de 30% de calcário grosso e 70% de calcário fino, segundo recomendações de Scheideler (1998).

Foram avaliadas características de desempenho como produção de ovos (% ovos/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), consumo de Ca (g/ave/dia), conversão alimentar (kg ração/kg ovo e kg ração/dúzia de ovos), peso dos ovos (g) e massa de ovos (g/ave/dia). A produção de ovos foi registrada diariamente e o cálculo realizado ao final de cada período experimental de 28 dias. A massa de ovos foi obtida pela multiplicação do peso médio dos ovos pela percentagem de produção dos ovos. O consumo de ração foi registrado semanalmente com análises ao final de cada período experimental de 28 dias e os resultados expressos por período de consumo (manhã e tarde) e o total de ração consumida no dia.

As principais características que expressam a qualidade interna dos ovos como percentagem de clara e de gema (%), unidade Haugh e índice de gema, também foram avaliadas. Para os cálculos da unidade Haugh e do índice de gema foram utilizadas as fórmulas descritas por Nesheim *et al.* (1979). Os dados utilizados para os referidos cálculos foram obtidos dos ovos colhidos nos últimos dois dias de cada período experimental, os quais foram identificados quanto à parcela experimental, repetição e período da coleta (manhã – até as 12h e tarde – das

12h às 16h). Os ovos foram pesados individualmente e posteriormente quebrados para pesagem de seus constituintes, utilizando uma balança digital (Marte – código AS 2000) com precisão de 0,01 g (25-2000 g). A altura da clara e da gema foi mensurada com o uso de um altímetro (Ames código S-6428) e o diâmetro da gema com um paquímetro.

Tabela 2. Níveis nutricionais calculados e composição percentual das rações experimentais.

Table 2. Calculated nutrition levels and percentual composition of the experimental diets.

Ingredientes (%) Ingredients (%)	Rações experimentais Experimental diets		
	(Cálcio fornecido às poedeiras) (Calcium provided to hens)		
	2g	1g	3g
Milho moido <i>Ground corn</i>	62,5	60,3	59,0
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	19,1	20,3	19,7
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	8,6	3,5	11,9
Farinha de carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	4,1	4,1	4,1
Farelo de trigo <i>Wheat meal</i>	3,4	8,5	1,5
Farelo de glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	1,5	1,5	1,5
Sal comum <i>Salt</i>	0,3	0,3	0,3
Oleo de soja <i>Soybean oil</i>	0,0	1,0	1,5
Suplemento vitamínico e mineral*	0,5	0,5	0,5
<i>Vitamin mineral premix*</i>			
Energia e Nutrientes <i>Energy and nutrients</i>			
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy (kcal/kg)</i>	2750	2750	2750
Proteína bruta (%) <i>Crude protein (%)</i>	17,00	17,00	17,00
Cálcio (%) <i>Calcium (%)</i>	4,00	2,00	6,00
Fósforo total (%) <i>Total phosphorus (%)</i>	0,60	0,60	0,60
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus (%)</i>	0,39	0,39	0,39
Metionina (%) <i>Methionine (%)</i>	0,39	0,39	0,39
Metionina + cistina (%) <i>Methionine + cystine (%)</i>	0,69	0,69	0,69

*Fornecimento por kg de dieta: Vit. A 6.250 UI, Vit. D 2.500 UI, Vit. E 15 UI, Vit. K 0,40 mg, Vit. B1 0,25 mg, Vit. B2 3,40 mg, Vit. B6 0,25 mg, Vit. B12 20 µg, Ac. Pantoténico 3,80 mg, Niacina 9,90 mg, Biotina, 0,10 mg, Ác. Fólico 0,25 mg, Cobre 6,00 mg, Ferro, 52,5 mg, Iodo 0,33 mg, Selênio 0,21 mg, Manganês 48,00 mg, Zinco 60,00 mg, Antioxidante 0,40 mg, Metionina 1 g, Q.S.P. 1000 g.

*Supply per kg of diet: Vit. A 6.250 UI, Vit. D 2.500 UI, Vit. E 15 UI, Vit. K 0,40 mg, Vit. B1 0,25 mg, Vit. B2 20 µg, Panthotenic acid 3,80 mg, Niacin 9,90 mg, Biotin, 0,10 mg, Folic acid 0,25 mg, Copper 6,00 mg, Iron, 52,5 mg, Iodine 0,33 mg, Selenium 0,21 mg, Manganese 48,00 mg, Zinc 60,00 mg, Antioxidant 0,40 mg, Methionine 1 g, Q.S.P. 1000 g.

As principais características que expressam a qualidade externa dos ovos foram avaliadas pela percentagem de casca (%), espessura da casca (mm) e densidade aparente dos ovos (g/mL H₂O). Os dados utilizados para os cálculos dessas características foram obtidos conforme descrito para as características de qualidade interna. A medida de densidade aparente dos ovos foi realizada de acordo com as recomendações de Moreng e Avens (1990) utilizando 13 soluções salinas com variação na densidade na faixa de 1,065 a 1,095 g/mL H₂O com intervalos de 0,0025,

determinados através de densímetro graduado (Incoterm 2535) com escala de 1,050 a 1,100 g/mL H₂O e precisão de 0,0005. As cascas foram secas à temperatura ambiente durante sete dias para posteriormente serem pesadas (para cálculo de percentagem de casca) e também para a medida da espessura na região mediana, através de um micrômetro (Mitutoyo) com precisão de 0,01 mm e escala de 0,01 a 10,00 mm.

A solubilidade dos calcários foi determinada mediante metodologia descrita por Zhang e Coon (1997a), com pesagem de 2 gramas de cada amostra de calcário (mista, grossa e fina) e imersão em solução aquecida a 35°C de 0,2N de ácido clorídrico por 15 minutos sob leve agitação. Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel de filtro Wattmann 40, secas em estufa a 60°C por 20 horas e pesadas em balança digital para cálculo de percentagem de solubilização do calcário in vitro.

Os dados obtidos foram analisados com o auxílio do programa ESTAT 2.0 – Sistema para Análise Estatística (ESTAT, 1992) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Conforme indicado na Tabela 3, não houve diferença nem interação ($p>0,05$) entre os fatores estudados para as características de produção de ovos, peso dos ovos e massa de ovos durante todo o período experimental.

O consumo de ração total do dia não foi influenciado ($p>0,05$) pelos fatores analisados (Tabela 4). Entretanto, foram observadas diferenças ($p<0,05$) para o consumo de ração quando avaliado em função do período do dia (manhã ou tarde) para o fator fracionamento de cálcio. As aves submetidas ao fracionamento de cálcio 1:3 consumiram menos ração no período da manhã e mais no período da tarde quando comparadas às demais (2:2 e 3:1). As aves submetidas ao fracionamento de cálcio 3:1 consumiram mais ração no período da manhã e menos no período da tarde quando comparadas às demais (2:2 e 1:3).

Tabela 3. Produção de ovos (% ovos/ave/dia), peso dos ovos (g) e massa de ovos (g/ave/dia) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos de cálcio e granulometrias de calcário.

Table 3. Egg production (egg/bird/day), egg weight (g) and egg mass (g/bird/day) of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size.

Características Characteristics	Fracionamento de cálcio (g manhã:g tarde) Calcium fractionation (g morning:g afternoon)			
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Produção de ovos Egg production	85,80	84,08	84,03	4,69

Peso dos ovos <i>Egg weight</i>	64,37	62,58	62,43	3,43
Massa de ovos <i>Egg mass</i>	52,69	50,92	50,54	6,51
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)	
Produção de ovos <i>Egg production</i>	85,52	83,22	85,17	4,69
Peso dos ovos <i>Egg weight</i>	63,06	62,88	63,44	3,43
Massa de ovos <i>Egg mass</i>	52,04	50,57	51,54	6,51

Não houve diferença significativa entre as médias ($p>0,05$).
Did not have difference among means ($p>0,05$).

Tabela 4. Consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de cálcário, conforme o período do dia.

Table 4. Feed intake (g/bird/day) of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde) <i>Calcium fractionation (g morning:g afternoon)</i>				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia <i>Total daily</i>	104,60	104,42	104,62	4,40
Manhã <i>Morning</i>	52,35 b	49,54 c	53,87 a	4,78
Tarde <i>Afternoon</i>	52,25 b	53,39 a	50,95 c	5,45
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)	
Total do dia <i>Total daily</i>	104,77	103,68	104,89	4,40
Manhã <i>Morning</i>	52,63	51,85	52,27	4,78
Tarde <i>Afternoon</i>	52,14	51,83	52,62	5,45

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

O consumo diário de cálcio foi influenciado somente pelo fator fracionamento de acordo com o período do dia (Tabela 5), indicando que as aves submetidas ao fracionamento de cálcio 1:3 consumiram menos cálcio no período da manhã e mais no período da tarde quando comparadas às demais (2:2 e 3:1). As aves submetidas ao fracionamento de cálcio 3:1 consumiram mais cálcio no período da manhã e menos no período da tarde quando comparadas às demais (2:2 e 1:3).

Tabela 5. Consumo de cálcio (g/ave/dia) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de cálcário, conforme o período do dia.

Table 5. Calcium intake (g/bird/day) of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde) <i>Calcium fractionation (g morning:g afternoon)</i>				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia <i>Total daily</i>	4,18	4,19	4,31	4,39
Manhã <i>Morning</i>	2,09 b	0,99 c	3,29 a	4,70
Tarde <i>Afternoon</i>	2,09 b	3,20 a	1,02 c	5,65
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)	

Total do dia <i>Total daily</i>	4,22	4,20	4,26	4,39
Manhã <i>Morning</i>	2,13	2,10	2,14	4,70
Tarde <i>Afternoon</i>	2,10	2,10	2,11	5,65

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Outros autores, como Waldroup e Hellwig (2000), também não encontraram diferença significativa para a produção de ovos ao compararem as aves alimentadas com rações contendo 3,25% de cálcio durante o dia e aves submetidas ao sistema fracionado de cálcio com o nível de 3,25% Ca no período da manhã e de 6,50% Ca no período da tarde. Por outro lado, redução na produção de ovos foi observada quando houve deficiência na ingestão de cálcio por períodos superiores a 48 horas (Clunies *et al.*, 1992). Nos parâmetros peso dos ovos, massa de ovos, consumos de ração e cálcio total do dia e conversão alimentar também não foram observadas diferenças significativas pelos pesquisadores citados anteriormente quando o fator fracionamento de cálcio foi estudado.

Os índices de conversão alimentar (kg ração/dúzia ovos e kg ração/kg de ovo) não foram influenciados ($p>0,05$) pelos fatores estudados (Tabela 6).

Embora o presente experimento não tenha avaliado os efeitos dos fatores sobre outras características como peso corporal, quantidade de cinza óssea e nível de cálcio sérico, sabe-se que a utilização de apenas uma fonte de cálcio com granulometria fina pode ocasionar redução na matéria mineral e resistência à quebra de ossos das poedeiras (Cheng e Coon, 1990a; Guinotte e Nys, 1991).

Quando houve acompanhamento do consumo de ração por período do dia, Chah e Moran (1985) também verificaram que aves submetidas ao sistema de cafeteria apresentaram maior consumo de ração no período da tarde. Alguns estudos relacionados ao fracionamento de cálcio não têm avaliado o comportamento de consumo de ração e de cálcio por período do dia (Maggioni *et al.*, 1996; Waldroup e Hellwig, 2000); no entanto, os resultados são conflitantes quando se analisam tais características. Keshavarz (1998a e b) observou que aves alimentadas com maior quantidade de cálcio no período da manhã (4,5% a 5,5% Ca), não consumiram maior quantidade de ração em relação ao período da tarde (1,5% a 2,5% Ca) mantendo uma proporção de consumo por período do dia de 45% e 55% para os períodos da manhã e tarde, respectivamente.

Tabela 6. Conversão alimentar (kg ração/dúzia de ovos e kg ração/kg de ovo) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos de cálcio e granulometrias de calcário.

Table 6. Feed conversion (kg diet/dozen eggs and kg diet/kg egg) of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde)

Calcium fractionation (g morning:g afternoon)				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Conversão alimentar (kg ração/dúzia ovos) <i>Feed conversion (kg/dozen)</i>	1,47	1,47	1,52	5,32
Conversão alimentar (kg ração/kg ovo) <i>Feed conversion (kg/kg)</i>	1,68	1,68	1,72	5,18
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
	Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)
Conversão alimentar (kg ração/dúzia ovos) <i>Feed conversion (kg/dozen)</i>	1,47	1,50	1,48	5,32
Conversão alimentar (kg ração/kg ovo) <i>Feed conversion (kg/kg)</i>	1,70	1,69	1,69	5,18

Não houve diferença significativa entre as médias ($p>0,05$).
Did not have difference among means ($p>0,05$).

Nas Tabelas 7 a 11 são apresentados os valores obtidos para peso dos ovos (g), percentagem de albúmen (%), percentagem de gema (%), índice de gema e unidade Haugh. De maneira geral, os valores obtidos para as características estão de acordo com aqueles preconizados para a linhagem estudada (ISA Babcock B-300N, 2000) e também com os valores descritos por Stadelman e Pratt (1989).

As aves que receberam rações contendo calcário de granulometria fina produziram ovos mais pesados somente no período da tarde quando comparadas àquelas alimentadas com calcário de granulometria mista.

A inexistência do efeito do fator fracionamento de cálcio sobre os parâmetros supracitados é compartilhada pelos trabalhos de Maggioni *et al.*, 1996; Keshavarz, 1998a e b e Waldroup e Hellwig, 2000.

Tabela 7. Peso dos ovos (g) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 7. Egg weight (g) of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde) <i>Calcium fractionation (g morning:g afternoon)</i>				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia <i>Total daily</i>	64,37	62,58	62,43	3,43
Manhã <i>Morning</i>	62,48	61,24	61,61	3,50
Tarde <i>Afternoon</i>	61,61	61,96	60,65	4,87
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
	Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)
Total do dia <i>Total daily</i>	63,06	62,88	63,44	3,43
Manhã <i>Morning</i>	62,50	61,36	61,47	3,50
Tarde <i>Afternoon</i>	60,08 b	61,02 ab	63,13 a	4,87

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Tabela 8. Percentagem de albúmen dos ovos (%) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e

granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 8. Albumen percent (%) of eggs of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde) <i>Calcium fractionation (g morning:g afternoon)</i>				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia <i>Total daily</i>	57,65	57,55	55,92	3,56
Manhã <i>Morning</i>	58,33	57,76	57,58	3,90
Tarde <i>Afternoon</i>	56,42 a	56,99 a	52,14 b	4,96
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
	Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)
Total do dia <i>Total daily</i>	57,28	57,09	56,74	3,56
Manhã <i>Morning</i>	58,54	57,45	57,69	3,90
Tarde <i>Afternoon</i>	55,15	55,36	55,04	4,96

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Quando considerado o fator granulometria de fontes de cálcio, essa mesma situação pode ser constatada nos trabalhos de Brister *et al.*, 1988; March e Amin, 1981; Cheng e Coon, 1990b; Guinotte e Nys, 1991 e Nakajima *et al.*, 1995. Essas afirmações são válidas para os valores médios obtidos no total do dia, pois os autores mencionados não avaliaram as características por período do dia (manhã e tarde) como no presente trabalho.

O percentual de albúmen dos ovos produzidos, apenas no período da tarde, foi menor (Tabela 8) para as aves submetidas ao fracionamento de cálcio 3:1 em comparação às demais (2:2 e 1:3). Efeito contrário foi observado para o percentual de gema (Tabela 9). Menor valor para unidade Haugh foi verificado para os ovos produzidos, somente no período da tarde, pelas aves submetidas ao fracionamento de cálcio 1:3 (Tabela 11).

Tabela 9. Percentagem de gema (%) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 9. Yolk percent (%) of eggs of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde) <i>Calcium fractionation (g morning:g afternoon)</i>				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia <i>Total daily</i>	28,65	29,48	30,35	5,02
Manhã <i>Morning</i>	28,27	29,05	28,76	4,65
Tarde <i>Afternoon</i>	27,64 a	28,10 a	32,24 b	7,75
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
	Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)
Total do dia <i>Total daily</i>	29,22	29,01	30,24	5,02
Manhã <i>Morning</i>	28,20	28,50	29,37	4,65
Tarde <i>Afternoon</i>	29,85	28,56	29,57	7,75

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Tabela 10. Índice de gema de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 10. Yolk index of eggs of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde)				
Calcium fractionation (g morning:g afternoon)				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia	0,40	0,39	0,39	2,12
Total daily				
Manhã	0,40	0,40	0,40	2,31
Morning				
Tarde	0,39	0,38	0,39	4,27
Afternoon				
Granulometria de calcário				
Limestone particle size				
	Mista Blended	Grossa Coarse	Fina Fine	CV (%)
Total do dia	0,39	0,40	0,40	2,12
Total daily				
Manhã	0,40	0,40	0,40	2,31
Morning				
Tarde	0,38	0,39	0,39	4,27
Afternoon				

Não houve diferença significativa entre as médias ($p>0,05$).
Did not have difference among means ($p>0,05$).

Os valores obtidos para as características de qualidade externa dos ovos são apresentados nas Tabelas 12 a 14.

Para a característica percentagem de casca não foram observados efeitos nem interação ($p>0,05$) entre os fatores estudados (Tabela 12).

A espessura de casca também não foi influenciada pelos fatores estudados quando todo o período experimental foi considerado (Tabela 13). Porém, diferenças significativas foram observadas através da análise de resultados por período do dia, em que os ovos colhidos no período da manhã de aves submetidas ao fracionamento de cálcio 3:1 apresentaram menor espessura de casca em comparação às aves alimentadas com fracionamento de cálcio 2:2.

Tabela 11. Unidade Haugh dos ovos de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 11. Haugh unit of egg of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde)				
Calcium fractionation (g morning:g afternoon)				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia	97,01	97,41	97,21	5,47
Total daily				
Manhã	99,34	98,52	97,24	2,41
Morning				
Tarde	97,50 a	93,05b	98,88 a	3,81
Afternoon				
Granulometria de calcário				
Limestone particle size				
	Mista Blended	Grossa Coarse	Fina Fine	CV (%)
Total do dia	98,36	96,32	97,03	5,47
Total daily				
Manhã	99,00	98,04	98,06	2,41
Morning				
Tarde	95,92	95,88	97,64	3,81
Afternoon				

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Tabela 12. Percentagem de casca dos ovos (%) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e

granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 12. Eggshell percent (%) of eggs of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde)				
Calcium fractionation (g morning:g afternoon)				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia	9,82	9,87	9,70	3,27
Total daily				
Manhã	9,68	9,83	9,68	4,58
Morning				
Tarde	10,04	9,94	9,85	5,18
Afternoon				
Granulometria de calcário				
Limestone particle size				
	Mista Blended	Grossa Coarse	Fina Fine	CV (%)
Total do dia	9,81	9,89	9,68	3,27
Total daily				
Manhã	9,76	9,85	9,59	4,58
Morning				
Tarde	10,02	9,96	9,86	5,18
Afternoon				

Não houve diferença significativa entre as médias ($p>0,05$).
Did not have difference among means ($p>0,05$).

Houve efeito significativo ($p<0,05$) do fator granulometria de calcário sobre a densidade aparente dos ovos (Tabela 14). Aves alimentadas com calcário fino produziram ovos de menor densidade aparente quando comparados ao uso de calcário grosso. Quando foram considerados apenas os ovos colhidos no período da manhã, repetiu-se a diferença entre o uso de calcário fino em relação às demais granulometrias.

Tabela 13. Espessura de casca dos ovos (mm) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 13. Eggshell thickness (mm) of eggs of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde)				
Calcium fractionation (g morning:g afternoon)				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia	0,41	0,41	0,40	3,30
Total daily				
Manhã	0,41 a	0,40 ab	0,40 b	2,38
Morning				
Tarde	0,42	0,41	0,41	7,58
Afternoon				
Granulometria de calcário				
Limestone particle size				
	Mista Blended	Grossa Coarse	Fina Fine	CV (%)
Total do dia	0,41	0,41	0,40	3,30
Total daily				
Manhã	0,41	0,41	0,40	2,38
Morning				
Tarde	0,42	0,42	0,41	7,58
Afternoon				

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Tabela 14. Densidade aparente dos ovos (g/mL H₂O) de poedeiras alimentadas com diferentes fracionamentos do cálcio e granulometrias de calcário, conforme o período do dia.

Table 14. Egg specific gravity (g/ml H₂O) of eggs of laying hens fed different calcium levels and limestone particle size, according to period of the day.

Fracionamento de cálcio (g manhã: g tarde)				
Calcium fractionation (g morning:g afternoon)				
	2: 2	1: 3	3: 1	CV(%)
Total do dia	1,089	1,090	1,089	0,15
Total daily				

Manhã <i>Morning</i>	1,088	1,089	1,088	0,15
Tarde <i>Afternoon</i>	1,091	1,091	1,090	0,25
Granulometria de calcário <i>Limestone particle size</i>				
	Mista <i>Blended</i>	Grossa <i>Coarse</i>	Fina <i>Fine</i>	CV (%)
Total do dia <i>Total daily</i>	1,089 ab	1,090 a	1,088 b	0,15
Manhã <i>Morning</i>	1,089 a	1,089 a	1,087 b	0,15
Tarde <i>Afternoon</i>	1,091	1,091	1,090	0,25

Médias seguidas de letras diferentes em cada linha e em cada fator diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by different letters in the same row and in each factor differ by Tukey's test ($p<0,05$).

Os resultados obtidos no presente estudo assemelham-se aos obtidos por Maggioni *et al.* (1996), nos quais maior resistência da casca foi obtida através do oferecimento de 2,25% Ca no período da manhã e 4,75% Ca no período da tarde.

Os dados obtidos para a densidade aparente dos ovos assemelham-se aos publicados por Keshavarz (1998b), o qual também observou redução na densidade aparente dos ovos quando maior quantidade de cálcio foi oferecida no período da manhã. Estudos realizados por Leeson e Summers (1979 e 1980) e Chah e Moran (1985) demonstraram que as aves consomem maiores quantidades de cálcio no período da tarde quando submetidas ao sistema de cafeteria. Em conjunto também têm sido observadas melhorias significativas na qualidade de casca e eficiência na absorção de cálcio.

Waldroup e Hellwig (2000) não encontraram efeito do fator fracionamento de cálcio sobre a densidade dos ovos. Seu estudo merece destaque por relacionar o fracionamento de cálcio ao fracionamento de fósforo, sendo que os melhores resultados de qualidade de casca foram obtidos quando as aves receberam 0,82% de fósforo e 2% de cálcio no período da manhã e 0,09% de fósforo e 6% de cálcio no período da tarde.

Para o fator granulometria de calcário também existem resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo. A revisão de literatura realizada por Roland (1986) aponta que o uso de fontes de cálcio com granulometria superior a 3 mm proporcionou qualidade de casca semelhante para fontes distintas (farinha de ostras e calcário). Quando se faz uso somente de fontes finas de cálcio, os resultados obtidos para as características de qualidade de casca são inferiores.

É importante salientar que a maior demanda de cálcio para deposição da casca ocorre no período noturno, iniciando em torno de 16 horas antes da postura do ovo (Clunies *et al.*, 1993). Para atender a essa demanda, ocorrem algumas alterações fisiológicas, como, por exemplo, maior secreção de ácido clorídrico no proventrículo (Shimada, 1986), aumento na produção de proteína carreadora de cálcio (calbidina) e liberação de cálcio ósseo (Etches, 1995).

Analisando a ingestão de cálcio, cálcio sérico e excreção de cálcio, os maiores valores para essas características já haviam sido verificados durante o período noturno (Parsons e Combs, 1981; Farmer *et al.*, 1983; Clunies *et al.*, 1993; Clunies e Leeson, 1995). Sendo assim, justificam-se os melhores resultados obtidos para a qualidade externa dos ovos quando são utilizadas fontes de cálcio com granulometria superior a 3 mm para que fiquem retidas na moela e possam ser solubilizadas gradativamente durante o período de maior deposição da casca do ovo (Zhang e Coon, 1997a).

Foram estes e outros estudos referentes à dinâmica do cálcio durante o processo de formação da casca do ovo que sustentaram determinadas linhas de pesquisa, como a do fracionamento de cálcio (Maggioni *et al.*, 1996; Keshavarz, 1998a, b; Waldroup e Hellwig, 2000), oferecimento de suplemento de cálcio no período da tarde (Reis *et al.*, 1995) e complemento de luz durante o período noturno, o chamado “lanche da meia-noite” (Harms *et al.*, 1996).

As diferenças de qualidade externa dos ovos, observadas para os diferentes horários de colheita, foram descritas anteriormente por Hester (1986). Outros fatores que podem estar relacionados à qualidade de casca nos diferentes trabalhos consultados são: diferenças entre variedades de aves, idade, fotoperíodo, conteúdo de cálcio e outros minerais da ração e equilíbrio ácido-base da dieta (Hamilton, 1981; Keshavarz e Nakajima, 1993; Novo *et al.*, 1997; Ito, 1998).

Os valores de solubilidade dos calcários utilizados neste estudo (Tabela 15) são semelhantes aos apresentados por Scott (1991). Para o calcário fino são esperados percentuais de solubilidade variando entre 50% e 70% e para o calcário grosso e farinha de casca de ostras, a solubilidade esperada encontra-se entre 20% e 40%. A solubilidade obtida para o calcário grosso está próxima daquela (11% a 14%) sugerida por Cheng e Coon (1990c) para maior deposição de cálcio ósseo e densidade aparente dos ovos. A solubilidade da mistura dos calcários foi estimada a partir das solubilidades dos calcários grosso e fino mantendo-se a relação de 30:70. O valor obtido (41,62%) aproximou-se do valor estimado (41,25%).

Tabela 15. Valores de solubilidade e concentração de cálcio de calcários com diferentes granulometrias.

Table 15. Solubility values and calcium concentration of limestones with different particle sizes.

Tipo de calcário* <i>Limestone type</i>	Solubilidade (%) <i>Solubility (%)</i>	Cálcio (%) <i>Calcium (%)</i>
Calcário fino <i>Fine limestone</i>	50,10	35,00
Calcário grosso <i>Coarse limestone</i>	20,50	36,00
Misto (70% fino + 30% grosso) – analisado <i>Blended (70% fine + 30% coarse) - analyzed</i>	41,62	35,50

Misto (70% fino + 30% grosso) - estimado Blended (70% fine + 30% coarse) - estimated	41,25	35,30
---	-------	-------

*Fino (granulometria inferior a 0,5 mm); Gross (granulometria superior a 3,0 mm e inferior a 5,0 mm) e Misto (30% de calcário grosso e 70% de calcário fino).
*Fine (particle size lower than 0,5 mm); Coarse (particle size between 3,0 mm and 5,0 mm) and Blended (30% of coarse limestone and 70% of fine limestone).

Conclusão

Nas condições de realização do presente estudo, conclui-se que: a prática de fracionar o cálcio na dieta não influenciou negativamente as principais características de desempenho e qualidade interna dos ovos em todo o período experimental. No entanto, a qualidade externa dos ovos pode ser melhorada quando dietas com níveis mais elevados de cálcio são oferecidas no período da tarde.

Não houve alteração nas principais características de desempenho e qualidade interna dos ovos através do uso de calcários com diversas granulometrias. Todavia, apenas a utilização de fontes finas de cálcio pode ser prejudicial para a qualidade externa dos ovos.

Estudos relacionados ao fracionamento de outros nutrientes, como energia, proteína e fósforo, bem como suas combinações devem ser incentivados. O uso de poedeiras marrons e matrizes de poedeiras nesses estudos também deve ser considerado, pois não existem relatos científicos com outras aves que não sejam poedeiras comerciais brancas.

Referências

- BRISTER, R.D. et al. Effects of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 67, p. 538-543, 1988.
- CHAH, C.C.; MORAN Jr., E.T. Egg characteristics of high performance hens at the end of lay when given cafeteria access to energy, protein and calcium. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 64, p. 1696-1712, 1985.
- CHEUNG, T.K.; COON, C.N. Effect on layer performance and shell quality of switching limestones with different solubilities. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 69, p. 2199-2203, 1990a.
- CHEUNG, T.K.; COON, C.N. Effect of calcium source, particle size, limestone solubility in vitro and calcium level on layer bone status and performance. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 69, 2214-2219, 1990b.
- CHEUNG, T.K.; COON, C.N. Comparison of various in vitro methods for the determination of limestone solubility. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 69, p. 2204-2208, 1990c.
- CLUNIES, M.; LEESON, S. Effect of dietary calcium level on plasma proteins and calcium flux occurring during a 24h ovulatory cycle. *Can. J. An. Sci.*, Ottawa, v. 75, p. 439-444, 1995.
- CLUNIES, M. et al. Effect of dietary calcium level on medullary bone calcium reserves and shell weight of Leghorn hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 71, p. 1348-1356, 1992.
- CLUNIES, M. et al. Blood, intestinal and skeletal calcium dynamics during egg formation. *Can. J. An. Sci.* Ottawa, v. 73, p. 517-532, 1993.
- ESTAT 2.0 *Sistema de análise estatística*. Jaboticabal: Polo Computacional – Departamento de Ciências Exatas – UNESP, 1992.
- ETCHES, R.J. *Reproduction in poultry*. CAB International, 1995.
- FARMER, M. et al. Calcium metabolism in broiler breeder hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 62, p. 459-464, 1983.
- GUINOTTE, F.; NYS, Y. Effects of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in laying hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 70, p. 583-592, 1991.
- HAMILTON, R.M.G. The effects of strain, age, time after oviposition and egg specific gravity on acid-base balance in white Leghorn hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 60, p. 1944-1950, 1981.
- HARMS, R.H. et al. Midnight feeding of commercial laying hens can improve eggshell quality. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 5, p. 1-5, 1996.
- HESTER, P.Y. Shell mineral content of morning versus afternoon eggs. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 65, p. 1921-1923, 1986.
- ISA BABCOCK. *Manual de manejo* – Babcock B-300N, 2000.
- ITO, R.I. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade de casca de ovos. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE OVOS, 1998. São Paulo. *Anais...* São Paulo: APA, 1998. p. 119-138.
- KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus and calcium requirements of laying hens by manipulation of time to access to these nutrients. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 77, p. 1320-1332, 1998a.
- KESHAVARZ, K. Further investigations on the effect of dietary manipulation of protein, phosphorus and calcium for reducing their daily requirements for laying hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 77, p. 1333-1346, 1998b.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 72, p. 144-153, 1993.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Dietary selection by layers. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 58, p. 646-651, 1979.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Effect of early light treatment and diet self selection on laying performance. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 59, p. 11-15, 1980.
- MAGGIONI, R. et al. Efeito do horário de fracionamento de dietas contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de casca em poedeiras semipesadas no verão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996. p. 47-49.
- MARCH, B.E.; AMIN, M. Dietary limestone versus extra dietary oyster shell as calcium supplements to different layer diets. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 60, p. 591-597, 1981.
- MILES, R. Fatores nutricionais relacionados à qualidade da casca dos ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000. Goiânia. *Anais...* Goiânia: AGA, 2000. p. 195-173.
- MORENG, R.E.; AVENS, J.S. *Ciência e produção de aves*. São Paulo: Roca, 1990.
- NAKAJIMA, S. et al. Effect of limestone particle size on laying hens performance. *Jpn. J. An. Sci.*, v. 32, p. 274-282, 1995.

- NESHEIN, M.C. *et al.* *Poultry production*, 12 ed. Lea & Febinger, 1979.
- NOVO, R.P. *et al.* Effects of oviposition time, hen age and extra dietary calcium on egg characteristics and hatchability. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 6, p. 335-343, 1997.
- PARSONS, A.H.; COMBS Jr.; G.F. Blood ionized calcium cycles in the chicken. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 60, p. 1520-1524, 1981.
- REIS, L.H. *et al.* Extra dietary calcium supplement and broiler breeders. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 4, p. 276-282, 1995.
- ROLAND, D.A. Egg shell quality: oyster shell versus limestone and the importance of particle size or solubility of calcium source. *World's Poult. Sci. J.*, v. 42, p. 166-171, 1986.
- SHIMADA, K. Gizzard motility in relation to oviposition in the chicken. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 65, p. 1796-1800, 1986.
- SCHEIDELER, S.E. Eggshell calcium effects on egg quality and calcium digestibility in first or third cycle laying hens. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 7, p. 69-74, 1998.
- SCOTT, M. How can calcium be supplied to high producing hens?. *Feedstuffs*, Minnentonka, v. 63, p. 16-18, 1991.
- STADELMAN, W.J.; PRATT, D.E. Factors influencing composition of the hen egg. *World's Poult. Sci. Journal*, v. 45, p.247-260, 1989.
- WALDROUP, P.W.; HELLWIG, H.H. The potential value of morning and afternoon feeds for laying hens. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 9, p. 98-110, 2000.
- ZHANG, B.; COON, C.N. Improved *in vitro* methods for determining limestone and oyster shell solubility. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 6, p. 94-99, 1997a.
- ZHANG, B.; COON, C.N. The relationship of calcium intake, source size, solubility *in vitro* and *in vivo* and gizzard limestone retention in laying hens. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 76, p. 1702-1706, 1997b.

Received on July 26, 2005.

Accepted on April 03, 2006.