

NÍVEIS DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO: FÓSFORO EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE

LEVELS OF CALCIUM AND CALCIUM: PHOSPHORUS RATIO IN DIETS FOR LAYING HENS AGED 24 TO 40 WEEKS

Cassia Rampini Vellasco¹
Paulo Cezar Gomes¹
Juarez Lopes Donzele¹
Horacio Santiago Rostagno¹
Arele Arlindo Calderano¹
Heloisa Helena de Carvalho Mello^{2*}
Silvana Marques Pastore¹

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

²Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

* Autora para correspondência - heloisamello@gmail.com

Resumo

Objetivou-se determinar a exigência nutricional de cálcio e a melhor relação cálcio:fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. Foram utilizadas 324 aves Hy-Line W-36, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de cálcio (3,9; 4,2 e 4,5 %) e três relações cálcio/fósforo (9,3; 10,53 e 12,12/1), totalizando nove tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. Avaliou-se o desempenho produtivo, a qualidade do ovo, as características ósseas, o balanço de cálcio e fósforo e a mortalidade. Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo para nenhuma das variáveis, porém os níveis de cálcio promoveram efeito ($P<0,05$) sobre o peso e porcentagem da casca, cálcio na casca, ovos perdidos, consumo de cálcio e fósforo, cálcio e fósforo na excreta, cálcio e fósforo retido. A relação cálcio/fósforo influenciou significativamente ($P<0,05$) o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de cálcio e fósforo, fósforo na excreta e fósforo retido. Rações contendo 4,5% de cálcio e relação cálcio:fósforo de 12,12:1, correspondendo ao consumo de cálcio de 3,71 g/ave/dia e de fósforo de 306 mg/ave/dia, garantem desempenho satisfatório em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas.

Palavras-chave: aves; minerais; ovos; produção.

Abstract

The objective of this study was to determine the nutritional requirement for calcium and the best calcium:phosphorus ratio in the diet for laying hens from 24 to 40 weeks of age. 324 Hy-Line W-36 birds were distributed in a completely randomized design in 3x3 factorial scheme, consisting of three levels of calcium (3.9, 4.2, and 4.5%) and three calcium:phosphorus ratios (9.3, 10.53, and 12.12:1) totaling nine treatments, six replicates and six birds each. We evaluated performance, egg quality, bone characteristics, balance of calcium and phosphorus, and mortality. There was no interaction ($P> 0.05$) between calcium levels and calcium:phosphorus ratio for the variables, but levels of calcium affected ($P <0.05$) weight and shell percentage, calcium in the shell, lost eggs,

consumption of calcium and phosphorus, calcium and phosphorus excretion, and retained calcium and phosphorus. The calcium:phosphorus ratio affected significantly ($P < 0.05$) feed intake, weight gain, feed conversion per dozen eggs, egg mass, calcium and phosphorus intake, phosphorus excretion, and retained phosphorus. Diets containing 4.5% calcium and the calcium:phosphorus ratio of 12,12:1, corresponding to a calcium intake of 3.71 g/hen/day and phosphorus of 306 mg/bird /day, guarantee satisfactory performance in diets for laying hens from 24 to 40 weeks.

Keywords: egg; minerals; poultry; production.

Enviado em: 18 outubro 2013

Aceito em: 22 dezembro de 2015

Introdução

O cálcio tem sido utilizado em grande quantidade nas rações, devido à sua exigência ser expressa em cálcio total e ao baixo custo do calcário. A consequência desta prática é que o cálcio em excesso pode agir como antagonista na digestibilidade de outros minerais, formando quelatos insolúveis e dificultando a absorção de outros minerais, especialmente fósforo, sódio, potássio, magnésio, ferro, cobre, zinco e manganês, causando deficiência secundária⁽¹⁾.

O cálcio e o fósforo são considerados minerais importantes na nutrição das poedeiras, pois, além de sua participação nas funções vitais, como componente principal das estruturas ósseas, no equilíbrio ácido-básico e nos sistemas enzimáticos, são componentes principais da casca do ovo. A casca do ovo tem peso médio de 5 a 6g, dos quais aproximadamente 2g são de cálcio⁽²⁾.

Para a formação do ovo, a ave necessita consumir quantidade adequada de cálcio e de fósforo por dia a fim de atender a necessidade desses minerais, para formar a casca, depositar na gema, repor as perdas teciduais e manter a homeostasia iônica, a qual é regulada pela concentração plasmática da forma ionizada do cálcio e do fósforo. A função nutricional do cálcio está estreitamente relacionada à do fósforo, devido à forte interação entre eles.

O excesso de cálcio pode interferir na absorção de outros minerais, afetando homeostasia desses minerais⁽¹⁾. Dietas deficientes em cálcio ocasionam diminuição da produção de ovos e ocorrência de casca fina ou porosa, já as dietas deficientes em fósforo levam a alterações no metabolismo energético de carboidratos, aminoácidos e gordura, nos processos químicos do sangue, no crescimento do esqueleto, no transporte de ácidos graxos e de outros lipídios. Níveis elevados de fósforo prejudicam a liberação do cálcio ósseo e a adequada mineralização da casca, resultando em má qualidade da casca do ovo. Portanto, ao se formular a ração, deve-se buscar a relação entre esses minerais que seja mais apropriada para as aves e que produza menor excreção destes minerais. O uso indevido dos níveis de cálcio e de fósforo e da relação entre eles acarreta prejuízo ao esqueleto das galinhas, ocasionando perdas na qualidade da casca dos ovos e redução da vida produtiva da poedeira⁽³⁾.

Objetivou-se determinar a exigência nutricional de cálcio e a melhor relação cálcio/fósforo em dieta de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa – MG, no período de janeiro a maio de 2009. Foram utilizadas 324 poedeiras da marca comercial Hy-Line W-36, no período de 24 a 40 semanas de idade. As aves foram adquiridas com 20 semanas de idade, distribuídas em gaiolas e, até entrarem em fase experimental (24 semanas), foram manejadas conforme o recomendado pelo manual da linhagem e alimentadas seguindo as recomendações de Rostagno et al.⁽⁴⁾.

Com 24 semanas de idade, as poedeiras foram distribuídas nas unidades experimentais, tendo sido padronizadas por peso corporal e por postura. As aves foram distribuídas em um delineamento

inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x3, consistindo de três níveis de cálcio (3,9; 4,2 e 4,5 %) e três relações cálcio/fósforo (9,3, 10,53 e 12,12/1) totalizando nove tratamentos, com seis repetições e seis aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas, duas por gaiola (25 x 40 x 45cm), num galpão convencional de postura com dimensões 24 x 8m, fechado nas laterais com tela e coberto com telhas de barro.

As dietas foram suplementadas com cálcio e fósforo, utilizando-se fosfato bicálcico de textura média e calcário (50% fino e 50% grosso). Foram realizadas análises para determinação dos teores de fósforo e cálcio do fosfato bicálcico, calcário, milho e farelo de soja, além da granulometria do calcário e do fosfato bicálcico (Tabela 1).

Tabela 1: Análise de cálcio, de fósforo e da granulometria (DGM) dos ingredientes

Ingrediente	DGM (mm)	Cálcio %	Fósforo %
Fosfato bicálcico	1,8	23,26	19,21
Calcário fino	0,3	38,19	-
Calcário grosso	3,8	39,19	-
Milho	-	0,03	0,08
Farelo de Soja	-	0,24	0,53

As dietas experimentais (Tabela 2) foram isonutritivas, exceto para cálcio e fósforo. As exigências nutricionais das poedeiras, quanto aos demais nutrientes, foram atendidas conforme Rostagno et al.⁽⁴⁾.

As dietas foram fornecidas diariamente em dois horários, às 8:00 e às 16:00 horas, e o fornecimento de água foi à vontade, durante todo o experimento. O período experimental teve duração de dezesseis semanas, subdividido em quatro períodos de coleta de ovos de 28 dias cada.

As temperaturas médias, mínima e máxima, no interior do galpão foram monitoradas diariamente por três termômetros de máxima e de mínima, que estavam distribuídos pelo galpão posicionados à altura das aves. O sistema de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz diária, controlado por meio de um relógio analógico (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

As seguintes variáveis foram avaliadas: produção de ovos, massa de ovos, peso médio dos ovos, ganho de peso das aves, consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovo (kg/dz), conversão alimentar por quilograma de ovo (kg/kg), consumo de cálcio, consumo de fósforo, peso e percentagem da casca, gema e clara, espessura da casca, gravidade específica dos ovos, ovos perdidos (ovos trincados, de casca fina e sem casca), mortalidade, teores de matéria mineral na casca de ovo, teores de cálcio e fósforo na casca de ovo.

Ao final do experimento (40 semanas), seis aves por tratamento foram abatidas por deslocamento cervical para retirada das tíbias e posterior análise da matéria mineral na tíbia. A tíbia direita foi utilizada para determinação do teor de fósforo e de cálcio, sendo identificada por tratamento e por repetição. As análises seguiram a metodologia descrita por Silva & Queiroz⁽⁵⁾. A matéria mineral foi determinada em porcentagem da matéria mineral seca da tíbia.

Para a determinação do balanço de cálcio e fósforo, durante os cinco dias finais do período experimental, utilizaram-se 162 poedeiras distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x3, consistindo de três níveis de cálcio (3,9; 4,2 e 4,5 %) e três relações cálcio/fósforo (9,3; 10,53 e 12,12), totalizando nove tratamentos, com três repetições e seis aves por unidade experimental. A ração e a água foram fornecidas às aves à vontade. Ao final desse período, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração foi calculado pela diferença entre a ração fornecida e as sobras de ração.

O consumo de cálcio e de fósforo foi obtido pelo consumo de ração total desse período e multiplicado

pelo nível de cálcio e de fósforo do tratamento a ser determinado e dividido por 100. Durante esse período, as excretas das aves foram coletadas duas vezes ao dia, utilizando-se bandejas revestidas com plástico. As excretas recolhidas em cada unidade experimental, após a retirada de penas, resíduos de ração e outras fontes de contaminação, foram transferidas para sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer. Posteriormente, o conteúdo armazenado foi descongelado, homogeneizado, pesado por repetição e uma alíquota de 200 g foi retirada e mantida em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55 °C para secagem. Em seguida, as excretas foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade do ambiente. Posteriormente, foram pesadas, moídas em moinho de bola e acondicionadas para as análises laboratoriais.

Para determinação da matéria seca, as excretas foram secas em estufa a 105 °C por 16 horas e, para determinação da matéria mineral, foram queimadas a 550 °C por 4 horas. A solução mineral foi preparada conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz⁽⁵⁾, utilizando-se os procedimentos da via úmida. Da solução mineral, foram determinados os teores de fósforo, pelo método colorimétrico, e de cálcio pelo método de absorção atômica. Os teores de matéria mineral, de cálcio e de fósforo foram expressos em gramas e em porcentagem da matéria seca da excreta. Após a obtenção dos resultados das análises laboratoriais, calculou-se o balanço de cálcio e de fósforo.

Os resultados obtidos com as aves recebendo diferentes níveis de cálcio e relações cálcio/fósforo foram analisados por meio de análises de variância e regressão, conforme ajustamento dos dados, mediante o programa Statistical Analysis System (SAS) versão 9.2, utilizando nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2: Composição percentual das dietas experimentais

Ingrediente %	Tratamentos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ração basal ¹	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65
Calcário	9,16	9,01	8,85	9,89	9,73	9,56	10,63	10,45	10,27
Fosfato bicálcico	1,19	1,45	1,70	1,33	1,61	1,88	1,47	1,76	2,06
Areia lavada	3,00	2,90	2,80	2,13	2,02	1,91	1,26	1,14	1,03
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição nutricional (%)									
Cálcio	3,90	3,90	3,90	4,20	4,20	4,20	4,50	4,50	4,50
Fósforo	0,322	0,370	0,419	0,347	0,399	0,452	0,371	0,427	0,484
Relação	12,12	10,53	9,3	12,12	10,53	9,3	12,12	10,53	9,3
Cálcio/Fósforo									

¹ **Ração basal:** Milho 52,77%; Soja farelo (45%) 24,09%; Óleo de soja 4,65%; Glútem de milho (60%) 4,00%; Sal comum 0,56%; DL-Metionina (99%) 0,23%; L-Lisina HCl (78,4%) 0,10%; L-Triptofano (99%) 0,02%; Carbonato de potássio 0,03%; Cloreto de colina 0,04%; Mistura Vitamínica 0,10%; Mistura Mineral 0,05%; Antioxidante 0,01%; Variável 13,35%.

² **Dietas experimentais:** Proteína Bruta 17,53%; Energia Metabolizável 2.900 kcal/kg; Lisina digestível 0,84%; Metionina+Cistina digestível 0,76%; Metionina digestível 0,51%; Treonina digestível 0,60%; Triptofano digestível 0,19%; Valina digestível 0,70%; Arginina digestível 1,04%; Fenilalanina digestível 0,86%; Fenilalanina+Tirosina digestível 1,48%; Glicina + Serina 1,59%; Histidina digestível 0,44%; Isoleucina digestível 0,70%; Sódio 0,24%; Cloro 0,37%; Potássio 0,61%; Ácido Linoléico 3,68%.

Mistura vitamínica – Composição/kg: vit. A 12.000.000 U.I.; vit D3 3.600.000 U.I.; vit. E 3.500 U.I.; vit B1 500 mg; vit B2 8.000 mg; vit B6 3.000 mg; ácido pantotênico 12.000 mg; biotina 200 mg; vit. K 3.000 mg; ácido fólico 3.500 mg; ácido nicotínico 40.000 mg; vit. B12 20.000 mg; selênio 130 mg; veículo q.s.p. 1.000 g.

Mistura mineral – Composição/kg: manganês 160 g; ferro 100 g; zinco 100 g, cobre 20 g; cobalto 2 g; iodo 2 g; excipiente q.s.p. 1.000 g. 3Butil-hidroxi-tolueno (BHT).

Resultados e Discussão

A temperatura máxima e mínima média durante todo o período experimental foi de 19,7 e 29,9 °C, respectivamente, indicando que a temperatura estava fora da faixa de termoneutralidade, que, segundo o Guia de Manejo Hy Line W-36⁽⁶⁾ está entre 18 e 27 °C para poedeiras.

Não houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores estudados (níveis de cálcio e relações cálcio/fósforo) para nenhuma das variáveis avaliadas.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio sobre a taxa de postura, peso dos ovos, massa dos ovos, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 3). Quanto à relação cálcio/fósforo, houve efeito linear ($P < 0,05$) sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar por dúzia de ovo e por massa de ovo. Os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo não afetaram ($P > 0,05$) o peso dos ovos, estando de acordo com Keshavarz & Nakajima⁽⁷⁾, Oliveira et al.⁽⁸⁾.

Tabela 3: Desempenho produtivo das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade

Variáveis	Níveis de cálcio (%)			Efeito	Relação Cálcio/Fósforo			Efeito	CV ¹ (%)
	3,9	4,2	4,5		12,12:1	10,53:1	9,30:1		
Postura (%)	85,45	87,46	86,50	ns	86,64	85,75	87,02	ns	3,25
Peso Ovo (g)	55,88	55,07	55,28	ns	55,58	55,46	55,20	ns	2,73
Massa Ovos (g/ave/dia)	47,70	48,10	47,75	ns	48,10	47,50	48,00	ns	4,52
Ganho de Peso (g/ave) ²	-0,67	14,21	20,65	ns	-3,81	16,40	21,62	L*	38,54
Consumo Ração (g/ave/dia) ³	82,60	82,55	82,50	ns	81,63	82,31	83,69	L*	2,77
Conversão alimentar dúzia (Kg/dz) ⁴	1,13	1,10	1,12	ns	1,09	1,12	1,13	L*	2,48
Conversão alimentar Massa ovos (kg/kg) ⁵	1,76	1,73	1,75	ns	1,70	1,74	1,81	L*	3,54

L*: Efeito linear significativo ($P < 0,05$) pelo teste F; ns: não significativo ($P > 0,05$) pelo teste F;

¹Coefficiente de variação

²Ganho de peso, $Y=109,33-9,20X$

³Consumo de ração, $Y=90,17-0,71X$

⁴Conversão alimentar/dúzia de ovo, $Y=1,23-0,011X$

⁵Conversão alimentar/massa de ovo, $Y=2,2-0,042X$

Não foi verificado efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos utilizados sobre a massa de ovos. O ganho de peso e o consumo de ração não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta. Resultados diferentes foram obtidos por Keshavarz et al.⁽⁷⁾, que verificaram diminuição do consumo de ração de poedeiras com 22 semanas de idade, quando aumentou o nível de cálcio de 3,5 para 4,2%. Quanto à relação cálcio/fósforo na dieta, o consumo de ração e o ganho de peso aumentaram de forma linear ($P < 0,05$) com a diminuição dos valores das relações cálcio/fósforo, ou seja, com o aumento dos níveis de fósforo houve aumento no consumo de ração e no ganho de peso. Keshavarz⁽⁹⁾ verificaram redução no consumo de ração quando poedeiras receberam dieta com baixos teores de fósforo disponível (0,2 e 0,1%).

A conversão alimentar por dúzia e conversão alimentar por massa de ovo melhoraram de forma linear ($P < 0,05$) com o aumento dos valores das relações cálcio/fósforo. Em outras palavras, quanto

maior o valor da relação cálcio/fósforo, menor era o nível de fósforo da dieta; portanto, com o aumento dos níveis de fósforo houve aumento no consumo de ração e piora na conversão alimentar por dúzia e por massa de ovo.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e fósforo sobre a mortalidade das aves. A mortalidade durante o período estudado foi de 0,93%, sendo duas aves no tratamento com 3,9% de cálcio e relação Ca/P de 12,12:1 e uma ave no tratamento com 4,2% de cálcio e relação Ca/P de 12,12:1. A taxa de mortalidade ficou abaixo do número citado como normal pelo manual da linhagem Hy-line⁽⁶⁾, que é de 1,60 % até as 40 semanas de idade.

A relação cálcio: fósforo não afetou a qualidade dos ovos (Tabela 4). Entretanto, os níveis de cálcio afetaram ($P<0,05$) a qualidade da casca, o teor de cálcio na casca e a percentagem de ovos perdidos (Tabela 4).

Tabela 4: Qualidade de ovo das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade

Variáveis	Níveis de cálcio (%)			Efeito	Relação Cálcio/Fósforo			Efeito	CV ¹ (%)
	3,9	4,2	4,5		12,12:1	10,53:1	9,30:1		
Peso Ovo (g)	55,88	55,07	55,28	ns	55,58	55,46	55,20	ns	2,73
Gema (%)	24,30	24,44	24,21	ns	24,20	24,34	24,40	ns	2,23
Albúmen (%)	66,65	66,25	66,37	ns	66,52	66,35	66,40	ns	0,93
Casca (g) ²	5,03	5,16	5,23	L*	5,15	5,16	5,11	ns	3,83
Casca (%) ³	9,05	9,30	9,41	L*	9,27	9,30	9,19	ns	3,55
Espessura Casca (mm)	0,24	0,23	0,23	ns	0,24	0,23	0,23	ns	8,66
Gravidade Específica (g/cm ³)	1,10	1,08	1,09	ns	1,08	1,09	1,10	ns	8,26
Matéria mineral Casca (%)	91,94	91,87	91,78	ns	91,81	91,58	92,20	ns	1,28
Matéria mineral Casca (g)	4,58	4,69	4,74	ns	4,68	4,67	4,64	ns	4,05
Cálcio na Casca (%) ⁴	31,58	31,64	32,18	L*	31,83	31,78	31,80	ns	2,76
Cálcio na Casca (g) ⁵	1,57	1,62	1,67	L*	1,64	1,62	1,61	ns	6,18
Fósforo na Casca (%)	0,085	0,085	0,082	ns	0,085	0,083	0,084	ns	6,93
Fósforo na Casca (mg)	4,3	4,8	4,2	ns	4,9	4,2	4,3	ns	27,90
Ovos Perdidos (%) ⁶	1,04	0,69	0,46	L*	0,68	0,95	0,56	ns	94,52

L* Efeito linear significativo ($P<0,05$) pelo teste F; ns: não significativo ($P>0,05$) pelo teste F;

¹Coefficiente de variação; ²Casca, $Y=3,76+0,33N_{Ca}$; ³Casca, $Y=6,76+0,60N_{Ca}$; ⁴Cálcio na casca, $Y=27,58-1,00N_{Ca}$; ⁵Cálcio na casca, $Y=0,96+0,15N_{Ca}$; ⁶Ovos perdidos; $Y=4,76-0,96N_{Ca}$.

Os resultados obtidos para percentagem de gema e de albúmen não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta, estando de acordo com Pelícia et al.⁽¹⁰⁾, que trabalharam com poedeiras leves de segundo ciclo de produção (90 semanas) e com níveis de 3,0 e 4,5% de cálcio na dieta e também não observaram efeito dos níveis de cálcio para estas variáveis. O aumento da disponibilidade de cálcio se reflete primeiramente na qualidade externa do ovo, ou seja, na qualidade de casca sendo menos sensível sua atuação na qualidade interna do ovo.

O peso e o percentual de casca foram afetados linearmente ($P<0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta. Resultados semelhantes foram obtidos por Chowdhury & Smith⁽¹¹⁾, que trabalharam com níveis de cálcio de 2,5 a 4,0% e com poedeiras leves de 30 semanas de idade e verificaram que com o

aumento dos níveis de cálcio houve aumento linear no peso e no percentual da casca. Contudo, as relações cálcio/fósforo não influenciaram ($P>0,05$) estas variáveis. O aumento no percentual de casca do ovo com o aumento do nível de cálcio na dieta pode ser resultado do aumento no teor de cálcio da casca, estando de acordo com o resultado encontrado por Pelicia et al.⁽¹⁰⁾, que observaram elevação de cálcio na casca conforme elevou-se o cálcio na dieta.

Os resultados obtidos para espessura da casca e para gravidade específica não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio e pela relação cálcio/fósforo das dietas. Por outro lado, Rodrigues et al.⁽¹²⁾ avaliaram níveis de cálcio de 0,5; 2,0 e 3,5% e poedeiras leves com 68 semanas de idade e verificaram que o nível de 2,0% de cálcio na dieta promoveu aumento na espessura da casca dos ovos. Não houve diferença ($P>0,05$) das relações cálcio/fósforo sobre as variáveis de espessura de casca e gravidade específica. Resultados semelhantes foram obtidos por Faria et al.⁽¹³⁾, que trabalharam com poedeiras leves de 60 semanas de idade, não verificaram efeito dos níveis de fósforo (0,35; 0,45 e 0,55%) sobre estas mesmas variáveis.

Os valores de matéria mineral na casca (g e %) não foram afetados ($P>0,05$) tanto pelos níveis de cálcio quanto pelas relações cálcio/fósforo na dieta. Resultados semelhantes foram obtidos por Nunes et al.⁽²⁾, que trabalharam com poedeiras semipesadas de 16 semanas de idade e diferentes níveis de cálcio (0,6; 1,2; 1,8 e 2,4%) e observaram que a quantidade de matéria mineral nas cascas não foi influenciada pelos teores de cálcio nas rações.

O aumento dos níveis de cálcio na dieta promoveu aumento linear ($P<0,05$) do cálcio na casca do ovo (g e %). Os níveis de cálcio afetaram linearmente ($P<0,05$) a percentagem de ovos perdidos, ou seja, com o aumento dos níveis de cálcio na dieta houve diminuição da percentagem de ovos perdidos. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al.⁽¹⁴⁾, que verificaram redução nas perdas dos ovos com o aumento dos níveis de cálcio na dieta de poedeiras semipesadas com 42 semanas de idade.

Estudar os fatores que afetam a qualidade da casca de ovos é prioritário, visto as significativas perdas financeiras provenientes de deformidades e das quebras. Roland⁽¹⁵⁾ relatou perdas de até 13% dos ovos, em virtude da baixa qualidade da casca, mas que podem totalizar até 20%, quando considerado o percurso até o consumidor final.

Os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo não tiveram efeito ($P>0,05$) sobre as características ósseas de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade (Tabela 5).

Não houve diferença ($P>0,05$) no peso da tíbia entre os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo estudadas. Resultado semelhante foi encontrado por Safaa et al.⁽¹⁶⁾, que avaliaram fontes e níveis de cálcio (3,5 e 4,0%) para poedeiras semipesadas no período de 58 a 73 semanas de idade e não constataram diferença ($P>0,05$) no peso da tíbia atribuída aos níveis de cálcio na ração.

Não houve influência ($P>0,05$) dos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo sobre a matéria mineral ou sobre a deposição de cálcio na tíbia, tanto em percentagem como em gramas. Resultados semelhantes foram obtidos por Vargas Jr. et al.⁽¹⁷⁾ em estudo com cinco níveis de cálcio (0,60; 0,70; 0,80; 0,90 e 1,00%) para poedeiras leves de 7 a 12 semanas de idade. Os autores observaram ausência de diferenças entre a matéria mineral óssea e cálcio ósseo. Do mesmo modo, Araújo et al.⁽¹⁸⁾, ao avaliarem níveis de fósforo disponível (0,28; 0,38 e 0,48%) em rações contendo 3,5% de cálcio para poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade, não encontraram influência das relações cálcio/fósforo sobre a percentagem de matéria mineral nas tíbias das poedeiras. Keshavarz et al.⁽⁹⁾ demonstraram que com níveis mais baixos de fósforo a matéria mineral da tíbia é significativamente menor.

Apesar de não ter sido verificado efeito ($P>0,05$) dos níveis de cálcio da ração sobre a deposição de fósforo e de cálcio na tíbia, vários estudos comprovam que baixos níveis de cálcio na ração de poedeiras promovem mobilização óssea de cálcio para suprir a necessidade da ave e manter a qualidade de casca⁽¹⁹⁻²⁰⁾.

Tabela 5: Características de osso das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade

Variáveis	Níveis de cálcio			Efeito	Relação			Efeito CV ¹ (%)	
	(%)				Cálcio/Fósforo				
	3,9	4,2	4,5		12,12:1	10,53:1	9,30:1		
Peso da Tíbia (g)	5,79	5,70	5,58	ns	5,73	5,71	5,63	ns	11,73
Matéria mineral Tíbia (%)	45,47	45,64	45,17	ns	45,32	44,92	46,04	ns	6,65
Matéria mineral Tíbia (g)	2,64	2,62	2,53	ns	2,61	2,58	2,60	ns	16,94
Cálcio na Tíbia (%)	13,02	13,80	13,00	ns	12,96	12,81	12,95	ns	7,73
Cálcio na Tíbia (mg)	13,00	12,80	12,90	ns	12,90	12,80	12,90	ns	7,76
Fósforo na Tíbia (%)	6,24	6,20	6,27	ns	6,23	6,18	6,30	ns	8,33
Fósforo na Tíbia (g)	0,45	0,43	0,44	ns	0,45	0,44	0,43	ns	12,18

L* Efeito linear significativo ($P < 0,05$) pelo teste F; ns: não significativo ($P > 0,05$) pelo teste F;

1 Coeficiente de variação

As relações cálcio/fósforo não afetaram ($P > 0,05$) os teores de cálcio e de fósforo na tíbia. Araújo et al.⁽¹⁸⁾ estudaram os níveis de fósforo disponível (0,28; 0,38 e 0,48%), em rações contendo 3,5% de cálcio, para poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade e também não encontraram influência das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de cálcio e de fósforo na tíbia das aves.

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) do nível de cálcio e da relação Ca/P sobre a matéria mineral da excreta (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Pelícia et al.⁽¹⁰⁾, que trabalharam com poedeiras leves de segundo ciclo de produção (90 semanas) e níveis de 3,0 a 4,5% de cálcio e 0,25 a 0,40% de fósforo na dieta, também verificaram que os níveis de cálcio e de fósforo não influenciaram na matéria mineral da excreta. Por outro lado, o consumo de cálcio aumentou linearmente ($P < 0,05$) tanto pela elevação dos níveis de cálcio quanto pelo aumento dos níveis de fósforo na dieta em virtude da diminuição da relação Ca/P. Houve aumento linear ($P < 0,05$) nos valores de cálcio excretado (g e %) com o aumento dos níveis de cálcio na dieta, porém o percentual de cálcio retido diminuiu linearmente ($P < 0,05$). O mesmo não ocorreu ($P > 0,05$) com os diferentes valores da relação cálcio/fósforo, sobre estas variáveis.

O consumo de cálcio e de fósforo aumentou linearmente ($P < 0,05$) de acordo com os níveis de cálcio e com a diminuição das relações Ca/P, podendo ser explicado pelo maior consumo de ração e, conseqüentemente, maior consumo de cálcio e de fósforo, reduzindo, desta forma, o aproveitamento desses minerais pelo organismo, sendo eliminado nas excretas.

Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de cálcio da dieta sobre o cálcio retido (g e %). Os níveis de cálcio afetaram o consumo desse mineral com efeito linear e positivo sobre o cálcio retido e sobre a quantidade de cálcio nas excretas. De acordo com as equações lineares para retenção e excreção de cálcio, verificou-se que sua excreção aumentou 1,85 g/dia, enquanto a retenção aumentou 1,47 g/dia, por ponto percentual de cálcio na dieta. Conseqüentemente, houve um efeito decrescente na eficiência de retenção de cálcio à medida que se aumentou o nível de cálcio na dieta. Estando de acordo com os resultados encontrados neste trabalho, Chowdhury & Smith⁽¹¹⁾ observaram efeito crescente do aumento dos níveis de cálcio da dieta sobre as perdas de cálcio nas excretas e redução na retenção do cálcio.

O fósforo excretado em gramas e em porcentagem aumentou linearmente ($P < 0,05$) de acordo com a inclusão de cálcio nas rações. Houve aumento linear ($P < 0,05$) da porcentagem de fósforo com a

redução da relação Ca/P.

Houve maior retenção de fósforo ($P < 0,05$) tanto com o aumento dos níveis de cálcio quanto com a diminuição da relação Ca/P. No entanto, Keshavarz & Nakajima⁽⁷⁾ verificaram aumento na taxa de passagem da digesta de poedeiras semipesadas de 30 semanas de idade, alimentadas com níveis de 0,40, 0,35 e 0,30% de fósforo, causando redução em sua absorção e por consequência maior eliminação nas excretas.

Tabela 6: Concentração de minerais na excreta e balanço do cálcio e fósforo das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade

Variáveis	Níveis de cálcio			Efeito	Relação			Efeito	CV ¹ (%)
	(%)				Cálcio/Fósforo				
	3,9	4,2	4,5		12,12:1	10,53:1	9,30:1		
Mínimal na Excreta (%)	32,93	34,07	38,74	ns	35,02	33,24	37,50	ns	17,52
Mínimal na Excreta (g)	29,04	28,97	33,76	ns	30,51	29,12	32,15	ns	20,05
Consumo de Cálcio (g/ave/dia) ²	3,21	3,47	3,73	L*	3,43	3,46	3,52	L*	2,75
Cálcio na Excreta (%) ³	3,09	3,34	4,40	L*	3,75	3,60	3,50	ns	8,31
Cálcio na Excreta (g) ⁴	2,72	2,84	3,83	L*	3,27	3,15	2,97	ns	10,23
Cálcio Retido (%) ⁵	77,49	78,12	72,52	L*	74,92	76,00	77,20	ns	3,14
Cálcio retido (g) ⁶	10,25	11,12	11,14	L*	10,68	10,82	11,01	ns	6,17
Consumo Fósforo (g/ave/dia) ⁷	0,30	0,33	0,35	L*	0,28	0,33	0,38	L*	2,80
Fósforo Excretado (%) ⁸	0,15	0,17	0,19	L*	0,15	0,17	0,18	L*	8,76
Fósforo Excretado (g) ⁹	0,13	0,14	0,16	L*	0,13	0,15	0,16	ns	14,13
Fósforo Retido (%)	88,52	88,04	87,44	ns	87,25	88,00	88,76	ns	1,75
Fósforo Retido (g) ¹⁰	1,1	1,19	1,27	L*	1,02	1,19	1,36	L*	5,32

L* Efeito linear significativo ($P < 0,05$) pelo teste F; ns: não significativo ($P > 0,05$) pelo teste F;

¹Coefficiente de variação; ²Consumo de cálcio, $Y = 0,18 + 0,86NCa - 0,03Rel$; ³Cálcio na excreta (%), $Y = -5,60 + 2,19NCa$; ⁴Cálcio na excreta (g), $Y = -4,64 + 1,85NCa$; ⁵Cálcio retido (%), $Y = 110,81 - 8,28NCa$; ⁶Cálcio retido (g), $Y = 4,63 + 1,47NCa$; ⁷Consumo de fósforo, $Y = 0,34 + 0,08NCa - 0,03368Rel$; ⁸Fósforo excretado (%), $Y = -0,01 + 0,06NCa - 0,01Rel$; ⁹Fósforo excretado (g), $Y = -0,89 + 0,05NCa$; ¹⁰Fósforo retido (g), $Y = 1,28 + 0,28NCa - 0,12Rel$.

Conclusão

A exigência de cálcio para poedeiras leves, no período de 24 a 40 semanas de idade, é de 4,5% e a relação cálcio/fósforo é de 12,12:1, correspondendo a 3,7g/ave/dia de cálcio e 306 mg/ave/dia de fósforo.

Referências

1. Anderson KE; Harvenstein GB; Brake J. Effects of strain and rearing dietary regimens on brown-egg pullet growth and strain, rearing dietary regimens, density, and feed space effects on subsequent laying performance. Poultry Science. 1995; 74:1079-1092.

2. Nunes RV; Pozza PC; Scherer C; Campestrini E; Rocha, LD; Nunes CGV; Costa FGP. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2006; 35(5):2007- 2012.
3. Jardim Filho RM; Stringhini JH; Café MB; Leandro NSM; Cunha WCP; Nascimento Júnior O. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Scientiarum*. 2005; 27: 35-4.
4. Rostagno HS; Albino LFT; Donzele JL *et al.* Tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos (Composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.
5. Silva DJ & Queiroz AC. *Análises de alimentos – Métodos químicos e biológicos*. 3ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
6. Hy line s.d. Manual de manejo Hy-line. Granjas Ito, Sumaré, Brasil, 2009, 44p.
7. Keshavarz K; Nakajima S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Science*. 1993; 72(1):144-153.
8. Oliveira JEF; Oliveira BL; Bertechini AG. 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. *Ciência e Agrotecnologia*. 1997; 21:502-510.
9. Keshavarz K. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. *Poultry Science*. 2003; 82:71- 91.
10. Pelícia K; Garcia EA; Faltarone ABG; Silva AP; Berto DA; Molino AB; Vercese F. Calcium and Available Phosphorus levels for laying hens in second production cycle. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2009; 11(1): 39-49.
11. Chowdhury SR; Smith TK. Dietary interaction of 1,4-diaminobutane (putrescine) and calcium on eggshell quality and performance in laying hens. *Poultry Science*. 2002; 81:84-9.
12. Rodrigues EA *et al.* Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 2005; 27(1):49-54.
13. Faria DE; Junqueira OM; Sakomura NK; Santana AE. Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2000; 29(2):458-466.
14. Oliveira JR; Bertechini AG; Fassani EJ *et al.* Níveis de cálcio em dietas para poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. 2002; 26(5):1060-1067.
15. Roland DA. Egg shell quality III: calcium and phosphorus requirements of commercial leghorns. *World Poultry Science Journal*. 1986; 42(2):154-165.
16. Safaa HM; Serrano MP; Valencia DG *et al.* Productive Performance and egg quality of Brown egg-laying hens in the late phase of production as influenced by level and source of calcium in the diet. *Poultry Science*. 2008; 87:2043-2051.
17. Vargas JR; Albino LFT; Rostagno HS; Gomes PC; Carvalho DCO; Cupertino ES; Toledo RS e Pinto R. Níveis Nutricionais de Cálcio e de Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 13 a 20 Semanas de Idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004; 33(5):1263-1273.
18. Araújo LF; Junqueira OM; Araújo CSS, Saviotto D, Albuquerque R; Barbosa LCGS. Níveis de fósforo disponível e tamanho de partículas do fosfato bicálcico na dieta de poedeiras comerciais de 24 a 58 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010; 39:1223-1227.

19.Schreiweis MA; Orban JI; Ledur MC; Hester PY. The use densitometry to detect differences in bone mineral density and content of live white Leghorns fed varying levels o dietary calcium. Poultry Science. 2003; 82:1292-1301.

20.Almeida Paz ICL; Mendes AA; Balog A; Komiyama CM; Takahashi SE; Almeida ICL; García EA; Vulcano LC; Ballarin AW; Silva MC; Cardoso KFG. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. Revista Archivos de Zootecnia. 2009; 58:173-183.