



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

NÍVEIS DE CÁLCIO PARA POEDEIRAS LEVES

SAMANTHA DE FÁTIMA HARMBACH LOURENÇO

2012

SAMANTHA DE FÁTIMA HARMBACH LOURENÇO

NÍVEIS DE CÁLCIO PARA POEDEIRAS LEVES

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:

Prof^a. DSc. Mônica Patrícia Maciel

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL
2012**

L892n Lourenço, Samantha de Fátima Harmbach.
Níveis de cálcio para poedeiras leves [manuscrito] /
Samantha de Fátima Harmbach Lourenço. – 2012.
51 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de
Montes Claros-Janaúba, 2012.

Orientadora: Profª DSc. Mônica Patrícia

Maciel.

1. Avicultura. 2. Cálcio. 3. Galinhas poedeiras. 4. Ovos. I. Maciel,
Mônica Patrícia II. Universidade Estadual de Montes Claros. III.
Título.

SAMANTHA DE FÁTIMA HARMBACH LOURENÇO

NÍVEIS DE CÁLCIO PARA POEDEIRAS LEVES

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título “Mestre”.

APROVADA em 13 de MARÇO de 2012.

Prof. D.Sc. – Felipe Shindy Aiura - UNIMONTES

Prof. D.Sc. - Cláudio Luiz Correa Arouca - UNIMONTES

Prof. D.Sc. - Nelson Carneiro Baião - UFMG

Prof^a. DSc. Mônica Patrícia Maciel
UNIMONTES
(Orientadora)

UNIMONTES
MINAS GERAIS
2012

A Deus, minha família, amigos, colegas de trabalho e orientadores, pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível.

DEDICO!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, me mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

À minha família, pelo carinho, paciência e incentivo. Especialmente ao meu pai, João (*in memoriam*), que sinto estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida. A minha mãe, Bete, que me apoiou incondicionalmente mesmo contrariada por eu morar longe para me realizar profissionalmente. Aos meus irmãos que acompanham toda a minha trajetória e que, como irmãos mais velhos, me ensinaram e me prepararam para o caminho que trilho hoje.

A Maria Luiz Pimenta e ao Roberto de Paula Vitor, que me proporcionaram a oportunidade de unir os aprendizados teóricos e práticos, estando presente na empresa e sendo liberada para as minhas aulas teóricas. Encontrei em ambos todo o incentivo necessário, a compreensão e o carinho. Dizer obrigada nunca seria “suficiente”.

A minha orientadora, Mônica, pela paciência, compreensão, colaboração em todos os momentos de nosso trabalho.

Ao Prof. Nelson Carneiro Baião, por sua ajuda nos momentos mais críticos, por acreditar no futuro deste projeto e contribuir para o meu crescimento profissional. Mais do que meu professor, ele foi um exemplo para mim. Muito obrigada, a sua participação foi fundamental para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Somai Nordeste S/A, pela dedicação e auxílio na implantação e condução do experimento. Afinal, como muito bem dito por Peter Drucker: *“As organizações não realizam nada. São as pessoas que o fazem”*. Muito obrigada a toda a equipe Somai Nordeste S/A.

A todos os amigos que fizeram parte desses momentos sempre me ajudando e incentivando. Em especial a Ana Paula Venuto, Graça Cunha e Marjorie Vicente, por sempre estarem ao meu lado, me ajudando e me apoiando em todos os momentos.

Aos estagiários Ramon e Ana Cláudia, pelo apoio em todo o experimento.

A todos os colegas e professores do curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

Obrigada a todos!!

"Obstáculo é aquilo que você enxerga, quando tira os olhos do seu objetivo."

Henry Ford

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Fontes de cálcio e granulometria da fonte para poedeiras comerciais	3
2.2 Absorção e utilização do cálcio pelas poedeiras	5
2.3 Sinais de deficiência e toxicidade de cálcio	7
2.4 Exigências nutricionais de cálcio para poedeiras	8
2.5 Cálcio na qualidade da casca dos ovos	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Localização e duração do experimento	13
3.2 Instalações e equipamentos	13
3.3 Aves e manejo experimental	14
3.4 Tratamentos e rações experimentais	14
3.5 Características avaliadas	16
3.5.1 Características de desempenho	16
3.5.1.1 Porcentagem de postura e número de ovos por ave alojada	16
3.5.1.2 Consumo de ração	16
3.5.1.3 Conversão alimentar	16
3.5.1.4 Taxa de viabilidade	17
3.5.1.5 Peso médio dos ovos	17
3.5.1.6 Perdas de ovos – avarias de casca	17

3.5.2 Características de qualidade dos ovos	17
3.5.2.1 Porcentagem de gema, albúmen e casca	18
3.5.2.2 Peso específico	18
3.5.2.3 Espessura da Casca	19
3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Características de desempenho	20
4.2 Características de qualidade dos ovos	25
5 CONCLUSÃO	30
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Percentual de fontes de cálcio e sua biodisponibilidade relativa.....	4
TABELA 2. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas	15
TABELA 3. Efeito dos níveis de cálcio sobre a produção de ovos (PROD), Viabilidade (VB), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso dos ovos (PO) e perdas de ovos (PERD) de poedeiras leves alimentadas com rações com diferentes níveis de cálcio.....	20
TABELA 4. Efeito dos níveis de cálcio sobre o peso específico (PE), espessura da casca (EC), porcentagem de casca (CAS), porcentagem de gema (GEMA) e porcentagem de albúmen (ALB) de poedeiras leves alimentadas com rações com diferentes níveis de cálcio.....	26

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Consumo de ração de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de cálcio.....	22
FIGURA 2. Conversão alimentar de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de cálcio.....	23
FIGURA 3. Peso dos ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de cálcio.....	24
FIGURA 5. Peso específico dos ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de cálcio.....	27
FIGURA 6. Espessura da casca de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de cálcio.....	28
FIGURA 7. Porcentagem de casca de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de cálcio.....	28

RESUMO

LOURENÇO, Samantha de Fátima Harmbach. **Níveis de cálcio para poedeiras leves.** 2012. p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.¹

O experimento foi conduzido para avaliar a utilização de rações com diferentes níveis de cálcio e sua influência no desempenho e qualidade de ovos de poedeiras leves. Os tratamentos consistiram de cinco rações em que se variaram os níveis de cálcio, sendo: T1 - ração contendo 2,5% de cálcio; T2 - ração contendo 3,0% de cálcio; T3 - ração contendo 3,5% de cálcio; T4 - ração contendo 4,0% de cálcio T5 - ração contendo 4,5% de cálcio. Foram utilizadas 1.080 poedeiras leves da linhagem Dekalb White, com idade inicial de 56 semanas e peso de 1.400 a 1.600 g. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas de 36 aves cada. Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para a produção de ovos, viabilidade e a porcentagem de gema e albúmen. O consumo de ração, a conversão alimentar e as perdas de ovos diminuíram na medida em que os níveis de cálcio aumentaram. O peso específico e espessura de casca aumentaram com o aumento dos níveis de cálcio nas rações. O peso do ovo e a porcentagem de casca apresentaram comportamento quadrático, sendo os níveis ótimos de cálcio recomendados de 3,79% e 4,19% para máximos peso de ovo e porcentagem de casca, respectivamente. Recomenda-se o nível de 4,19% de cálcio para poedeiras leves na idade de 56 a 67 semanas.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof.^ª. DSc. Mônica Patrícia Maciel – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientadora); Prof. DSc. - Cláudio Luiz Correa Arouca - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

LOURENÇO, Samantha de Fátima Harmbach. **Effects of calcium levels on performance and egg quality of light laying hens.** 2012. p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.²

The experiment was carried out to evaluate the use of diets with different levels of calcium and its influence on performance and egg quality of light laying hens. The treatments consisted of five diets in which the calcium levels varied, being: T1 - basal diet containing 2.5% calcium, T2 - basal diet containing 3.0% calcium, T3 - basal diet containing 3.5% calcium, T4 - basal diet containing 4.0% calcium; T5 - basal diet containing 4.5% calcium. They were used 1080 strain of Dekalb White hens, with 56 weeks old and weighing 1500 ± 100 g. It was used a completely randomized design with five treatments and six repetitions, totaling 30 plots of 36 birds each. There were no significant differences ($P > 0.05$) among treatments for egg production, viability and the percentage of yolk and albumen. Feed intake, feed conversion and loss of eggs reduced as the calcium levels increased. The specific weight and shell thickness increased with increasing levels of calcium in the diet. The egg weight and shell percentage showed quadratic behavior, being the optimum levels of calcium recommended of 3.79% and 4.19% for maximum egg weight and shell percentage, respectively. The level of 4.19% calcium is recommended for light laying hens from 56 to 67 weeks old.

² **Guidance committee:** Prof^a. DSc. Mônica Patrícia Maciel – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof. DSc. - Cláudio Luiz Correa Arouca – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil tem se destacado pelo intenso avanço, atingindo resultados cada vez mais expressivos. Todo esse progresso possibilitou ao setor importante evidência no cenário produtivo, contribuindo maciçamente para a economia do país. No entanto, com o intenso melhoramento genético das linhagens comerciais, as aves se tornaram mais exigentes quanto ao manejo, à sanidade, à ambiência e à nutrição.

Atualmente um dos fatores de maior preocupação para produtores de ovos é a qualidade da casca. De acordo com Molino *et al.* (2012), estima-se que as perdas de ovos no Brasil devido a problemas relacionados com a qualidade da casca sejam da ordem de 7,4%, o que gera uma perda anual de 1,7 bilhões de ovos. Dessa maneira, persiste a importância de estudos relacionados ao processo de formação da casca visando a melhoria de sua qualidade e menores perdas no processo.

Em virtude dos avanços no melhoramento genético, na nutrição, nos fatores de ambiência e no manejo, que resultam em maior eficiência de produção, torna-se necessária a revisão periódica das exigências de cálcio para poedeiras, uma vez que este mineral é fundamental para a formação da casca do ovo. Estudos dessa natureza têm repercussão nos aspectos econômicos das rações e contribuem para minimizar os custos de produção e reduzir possíveis impactos ambientais.

A busca da adequação dos níveis de cálcio tem sido relevante na melhora da qualidade dos ovos, contribuindo na formação da casca. Os níveis podem variar dependendo da linhagem, idade, consumo alimentar, temperatura ambiente, conteúdo energético da dieta e da atual qualidade do ovo. Alguns estudos demonstram que o aumento no consumo de cálcio na ração resulta em ovos com cascas mais resistentes. Entretanto, sabe-se que o excesso de cálcio

possui um efeito adverso sobre o consumo de ração e produção de ovos podendo interferir na disponibilidade de outros minerais como o fósforo, manganês e zinco, além de tornar a ração menos palatável.

Desse modo, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a utilização de rações com diferentes níveis de cálcio e sua influência no desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais leves.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fontes de cálcio e granulometria da fonte para poedeiras comerciais

De acordo com McDowell (1999), o cálcio exerce as seguintes funções: formação de ossos e da casca dos ovos; excitação muscular, sobretudo cardíaca; coagulação sanguínea; integridade da membrana celular e transmissão nervosa. O cálcio pode ser fornecido por várias fontes, tais como calcário, sulfato de cálcio, calcita, farinha de ostras, aragonita, cascas de ovos, etc; entretanto, as mais comuns para poedeiras são o calcário e a farinha de ostras.

O cálcio e o fósforo estão estreitamente relacionados ao metabolismo orgânico, particularmente na formação dos ossos. Constituem mais de 70% da cinza corporal sendo que 99% do cálcio e 80% do fósforo estão presentes principalmente nos ossos. Os restantes destes elementos estão distribuídos nos tecidos moles desempenhando funções específicas essenciais ao metabolismo orgânico (BERTECHINI, 2006).

Os ingredientes vegetais possuem baixos teores de cálcio, sendo os cereais que possuem menores quantidades. As farinhas de origem animal apresentam boas percentagens de cálcio, porém, as principais fontes são de origem inorgânica (Tabela 1) que às vezes também são fontes de fósforo (BERTECHINI, 2006).

Tabela 1. Percentual de cálcio de acordo com as fontes e sua biodisponibilidade relativa.

Fonte	% Ca	Biodisponibilidade
Farinha de osso autoclavada	29 (23-37)	Alta
Fosfato de rocha desfluorizado	29,2 (19,9-35,7)	Intermediária
Carbonato de cálcio	40,0	Intermediária
Fosfato mole	18,0	Baixa
Calcário Calcítico	38,5	Intermediária
Calcário dolomítico	22,3	Intermediária
Fosfato monocálcico	16,2	Alta
Fosfato Tricálcico	31,0-34,0	-
Fosfato Bicálcico	23,2	Alta
Sulfato de cálcio	20,0	Baixa

Fonte: Adaptado de McDowell (1999) *apud* Veiga & Cardoso (2005).

Faria (2002) afirma que fatores como fonte de cálcio, tamanho e solubilidade da partícula de cálcio e níveis de inclusão do mesmo influenciam diretamente na qualidade da casca.

As fontes de cálcio apresentam 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.

A falta de conhecimento das características físico-químicas dos calcários pode, em parte, ser responsável pela variação nos resultados de exigência nutricional encontrada nos trabalhos de pesquisa com cálcio, principalmente com poedeiras, levando os nutricionistas da área a utilizar, em muitos casos, níveis elevados de cálcio nas rações (FASSANI *et al.*, 2004).

2.2 Absorção e utilização do cálcio pelas poedeiras

Os níveis de cálcio no corpo das aves são regulados pelos hormônios PTH (paratormônio) e calcitonina. Com baixos níveis de cálcio no plasma, o PTH estimula a mobilização de cálcio dos ossos e o aumento da reabsorção nos rins. O PTH também estimula a produção de 1,25-di-hidroxitamina D3 (1,25-(OH)2D3) nos rins, o qual aumenta mais a reabsorção de cálcio nos rins (LEESON E SUMMER, 2001). O 1,25-(OH)2D3 regula a absorção intestinal de cálcio pela indução da transcrição de RNA e a síntese de proteínas específicas como a calbindina, que atua facilitando esse processo. Segundo Macari *et al.* (2005), o nível de PTH no plasma das aves somente encontra-se elevado durante o período da deposição de cálcio na casca do ovo.

Com o avançar da idade das poedeiras, a qualidade da casca dos ovos decresce devido à menor retenção do cálcio (CURTIS *et al.*, 1985) e redução nos níveis de 1- α -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 apresentam redução de 9,79% na espessura da casca do ovo em relação às aves com 22 semanas de idade.

Cheng e Coon (1990) avaliaram duas fontes de cálcio (calcários), seis níveis de ingestão de cálcio (2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; e 4,5 g/ave/dia) e seis diâmetros das fontes (3,36; 2,38; 1,68; 1,02; 0,50; e 0,15 mm). No entanto, a produção e o peso dos ovos não foram influenciados pelos tratamentos fornecidos.

O cálcio é o mineral mais ativo, sendo essencial para uma série de funções metabólicas, principalmente no desenvolvimento da ave. Para Honma (1992), o cálcio acumulado nos ossos durante o crescimento serve também como reservatório para ser utilizado durante toda a vida do animal.

Vários fatores podem influenciar na absorção do cálcio, e em primeiro lugar está a solubilização da fonte, pois segundo Bronner (1993), o carbonato de cálcio suplementado deve primeiro ser solubilizado no trato gastrointestinal antes que seu conteúdo de cálcio possa ser nutricionalmente utilizado.

Conforme Araujo (2009), os níveis de cálcio utilizados não afetaram a digestibilidade de cálcio ($P>0,05$), o que provavelmente ocorreu pelo excesso deste mineral no trato digestório das aves recebendo o tratamento de maior nível de cálcio. Pelícia (2008) afirmou que aves alimentadas com dietas deficientes neste mineral aumentam suas taxas de absorção, enquanto altos níveis dietéticos produzem uma redução. O mesmo autor salientou que o aumento do nível de cálcio da dieta de 3 para 4,5% eleva as perdas de cálcio nas fezes das poedeiras.

O cálcio influencia na ingestão do alimento e a ave possui a capacidade de regular a sua ingestão de acordo com as necessidades fisiológicas durante o processo de formação do ovo (HURWITZ e BAR, 1969). Também há influência sobre a absorção intestinal de cálcio. Quando a glândula da casca (útero) está inativa, sem a presença do ovo, a absorção de cálcio pelo intestino é em torno de 40%. Quando a mesma está ativa, a eficiência de absorção chega a mais de 70% (CLUNES e LEESON, 1995; ODERKIRK, 1998).

Pelos resultados estabelecidos por Rao e Roland (1989), citado por Fassani *et al.* (2004), infere-se que o tamanho de partícula e a quantidade de cálcio consumido influenciam na taxa de solubilização do calcário no trato digestivo da poedeira. Segundo os autores, as poedeiras solubilizam menor porcentagem do cálcio ingerido quando o nível de ingestão de cálcio é elevado;

por outro lado, solubilizam maior porcentagem do calcário ingerido quando esse é suplementado por partículas maiores.

O cálcio é absorvido na sua maior parte no intestino delgado superior, especialmente no duodeno. A absorção é facilitada por um baixo pH intestinal, que é fundamental para sua solubilidade, o que favorece maior absorção na área do duodeno, em função de seu baixo pH. Uma deficiência de fósforo ou desbalanço muito alto na relação cálcio: fósforo na ração pode causar raquitismo, porque qualquer um dos dois elementos em excesso precipita o outro no intestino (LEESON e SUMMERS, 2001).

A absorção do cálcio depende de diversos fatores como a disponibilidade do mineral, níveis séricos de cálcio e fósforo, vitamina D₃, paratormônio, pH gastrointestinal, teor de fibra e gordura na ração e a granulometria do mineral (STRINGHINI, 2004).

2.3 Sinais de deficiência e toxicidade de cálcio

O sinal mais comum de deficiência de cálcio nos animais em crescimento é o raquitismo. Quando a deficiência progride, o apetite desaparece e o crescimento é retardado (POND *et al.*, 1995).

Um excesso de cálcio pode interferir na disponibilidade de outros minerais como o fósforo, manganês e zinco, além de tornar a ração menos palatável (GERALDO *et al.*, 2006).

Quando ocorre a deficiência de cálcio na dieta da poedeira na fase de produção, as principais consequências são: anorexia, casca fina dos ovos, osteoporose, tetania, andar anormal e raquitismo (DELL'ILSOLA e BAIÃO, 2001). Algumas aves com idade próxima ao pico de produção apresentam fadiga de gaiola, as aves ficam abatidas e relutantes a se levantarem. Devido à natural competição existente na gaiola, aves afetadas geralmente se movem para o fundo

da gaiola e geralmente morrem por inanição. Esta situação mostra a importância da suplementação adequada desse mineral nas rações das poedeiras.

2.4 Exigências nutricionais de cálcio para poedeiras

Vários trabalhos foram realizados nos últimos anos no intuito de se estimar a exigência nutricional de cálcio para poedeiras. Porém, ainda permanecem contradições quanto ao melhor nível de cálcio a ser utilizado na ração dessas aves.

As recomendações obtidas na literatura, em relação às exigências de cálcio para as aves de postura, apresentam certa variação (CALDERANO, 2010).

A determinação dos níveis adequados de cálcio para poedeiras tem proporcionado vários questionamentos, em virtude do constante avanço no melhoramento genético, na nutrição e nos fatores de ambiência e manejo (NOEBAUER, 2006).

O ciclo de postura de uma galinha tem três fases bem distintas que podem ser mais ou menos descritas em ordem cronológica: a curva de ascensão da produção de 18 a 27 semanas, o pico de 28 a 45 semanas e a parte descendente da curva quando as aves superam as 46 semanas de idade. As recomendações de cálcio para poedeiras leves ou semipesadas recebendo 100 g de ração para todo o ciclo de postura é 3,25 e 3,58%, respectivamente, segundo o NRC (1994). Entretanto, Rostagno *et al.* (2011) recomendam 4,0 e 4,2% respectivamente, para as aves poedeiras leves e semipesadas.

As próprias empresas que comercializam as linhagens sugerem exigências específicas nos manuais de criação. O manual da linhagem Dekalb White (GRANJA PLANALTO, 2005), por exemplo, refletindo a preocupação com a nutrição da poedeira em todas as fases do ciclo de postura sugerem 3,8% de cálcio do início até as 45 semanas para ambas as linhagens (leve e

semipesada) e 3,9 e 4% de cálcio acima de 45 semanas de idade, respectivamente, para a linhagem leve e semipesada. Já o guia de manejo da Hy-line W-36 (2011) recomenda para o período de postura, com um consumo médio de ração/dia de 95 gramas, 4,58% de cálcio para aves leves; já para as aves semipesadas, com um consumo médio 110g/ave/dia, é recomendado 4,27 % de cálcio na dieta, de acordo com a idade produtiva e média de consumo diário das aves. O manual da Linhagem Lohmann (2009), recomenda níveis de cálcio para poedeiras de 46 a 65 semanas de idade, 4,40 g/ave/dia de Ca para aves leves e 4,30 g/ave/dia de Ca para as semipesadas.

Hernández-Sánchez *et al.* (2006), avaliando o efeito dos níveis de cálcio, 2,74; 3,48; 4,06 e 5,19%, em 3 idades diferentes 79-87; 88-96 e 97-105 semanas, verificaram maior espessura de casca dos ovos quando o consumo diário de cálcio foi de 4,02 g/ave, porém, recomendam 3,17 g/ave/dia como nível econômico ótimo.

Silva *et al.* (2007) realizaram um trabalho com o objetivo de estimar as exigências de cálcio para poedeiras das linhagens leve e semipesada durante o terço final de produção das aves. Foram avaliados sete níveis de cálcio (3,99; 4,06; 4,13; 4,20; 4,27; 4,34 e 4,41%) e duas linhagens comerciais (Bovans Goldline e Dekalb White). Os autores concluíram que um nível de 4,22% de cálcio na ração de poedeiras é recomendado, independente da linhagem.

Em pesquisa desenvolvida por Costa *et al.* (2008), os quais avaliaram níveis de 3,0; 3,4; 3,8; 4,2; 4,6 e 5% de cálcio para poedeiras semipesadas após pico de postura, os autores sugerem usar um nível de 4,3% Cálcio.

Pelícia *et al.* (2009), em trabalho que testaram os níveis de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5) e tamanho de partículas de calcário para poedeiras no primeiro ciclo de produção, não encontraram diferenças em relação aos níveis de cálcio utilizados, no entanto, os autores concluíram que utilizando 4,5% de cálcio na dieta com 50% de substituição do calcário grosso pelo fino há uma melhora na

qualidade da casca, conseqüentemente aumentando o número de ovos comercializáveis.

Consoante Silva *et al.* (2008), a utilização de dietas contendo relação cálcio:fósforo disponível de 14:1, ou seja, 4,2% de Cálcio e 0,30% de Pd, sem suplementação de fitase, promoveu desempenho satisfatório e excelente qualidade da casca e do osso de poedeiras semipesadas.

2.5 Cálcio na qualidade da casca dos ovos

O cálcio é considerado um importante nutriente nas dietas de poedeiras comerciais, sendo essencial na formação da casca do ovo. Além das suas funções vitais como componente principal das estruturas ósseas, participação no equilíbrio ácido-básico e nos sistemas enzimáticos, o cálcio se constitui no componente principal da casca do ovo (ITO, 2005).

A casca do ovo é composta de uma matriz constituída de proteínas e cristais calcínicos intersticiais, na proporção de 1:50. A parte mineral é composta por 98,2% de carbonato de cálcio, 0,9% de carbonato de magnésio, e 0,9% de fosfato de cálcio. Consiste de unidades colunares de cristais calcínicos, cobertos por uma cutícula (RODRIGUES-NAVARRO *et al.*, 2002; ORDÓNEZ, 2005). O cálcio compreende cerca de 4% do peso do ovo (MILES, 1993), sendo importante suplementar esse mineral a todo o momento e em quantidades adequadas (KIRA *et al.*, 1996).

O material da matriz orgânica da casca contém propriedades de ligação ao cálcio e sua organização durante a formação da mesma influencia na sua resistência. A maior parte da casca verdadeira é composta por longas colunas de carbonato de cálcio (BUTCHER *et al.* , 1990), na forma de calcita (ITO, 1998). O declínio na qualidade da casca do ovo está associado a uma mudança na qualidade da matriz orgânica (FRASER *et al.* , 1998).

O cálcio iônico no plasma sanguíneo é mantido de forma precisa, por um sistema de cascata, centrada na homeostasia hormonal do cálcio. Em grandes animais, o nível normal de cálcio plasmático é de 10 mg/dl, entretanto, nas aves em produção este nível pode chegar a 30 mg/dl, devido à vitelogenina (CALDERON, 1994). Esta lipofosfoproteína tem uma alta capacidade de se ligar ao cálcio, e sua aparição no plasma da ave se dá aproximadamente 2 semanas antes do início do período reprodutivo. A vitelogenina não está envolvida em nenhuma mudança na concentração do cálcio iônico, que permanece ao redor de 1,4 – 1,5 mM, mas o cálcio total do plasma é triplicado. A manutenção da concentração do cálcio iônico do plasma, chamada de homeostasia do cálcio, tem prioridade sobre outros processos como a formação do osso e calcificação da casca (CALDERON, 1994).

Uma poedeira produz aproximadamente 250 ovos por ano, o que corresponde a 20 vezes a quantidade de cálcio em seus ossos em um dado período. Assim, é grande a exigência da poedeira por cálcio. Pode ser considerado que durante as 20 horas necessárias para a formação da casca do ovo, 25 mg de cálcio precisa ser depositado no ovo a cada 15 minutos. Essa quantidade de cálcio representa o total de cálcio no sistema circulatório de uma ave normal em um dado período (BUTCHER *et al.*, 1990). O cálcio é obtido de duas fontes, dieta e ossos. A poedeira não é 100% eficiente na extração do cálcio a partir das fontes disponíveis na dieta.

A rota provável para o cálcio ingerido pelas aves no período da manhã seria intestino delgado-sangue-glândula da casca e finalmente a casca. No entanto, poedeiras alimentadas do período da tarde até o começo da calcificação da casca podem depositar cálcio diretamente no ovo (CALDERON, 1994).

Roland *et al.* (1997) reportaram que 60% do cálcio do alimento encontrado na moela é absorvido nas 4 horas seguintes. Além disso, 60% do

cálcio são absorvidos através da parede do endométrio do duodeno em 30 minutos e esse processo é aumentado pela calcificação do ovo no útero.

De acordo com Considine (1998), o padrão de alimentação das poedeiras comerciais deveria seguir o desenvolvimento da formação da casca do ovo. As poedeiras usualmente comem pela manhã depois da postura do ovo. Isso coincide com a deposição do albúmen. Depois deveriam ser novamente alimentadas antes do período de escuro, de forma a elevar os níveis de cálcio no organismo antes da formação da casca. Estratégias como alimentação à meia-noite poderia suprir a poedeira de cálcio, quando ele é mais necessário.

Para maximizar a qualidade da casca e manter a resistência óssea, as poedeiras mais velhas podem necessitar de um calcário de solubilidade mais baixa, de 8 a 10%, e uma maior ingestão de cálcio (ZOLLITSCH *et al.*, 1996).

Conforme alguns autores (HOLDER, 1981; ROLAND e GORDON, 1997; KESHAVARZ, 2000; SILVERSIDES *et al.*, 2006), à medida que a concentração de cálcio na dieta aumenta, há um aumento no peso específico do ovo, associado ao aumento plasmático de cálcio. A liberação de cálcio do osso é acompanhada igualmente pela de fósforo, aumentando significativamente o nível desses minerais na corrente sanguínea, que é suficiente para suprir as necessidades das aves (KESHAVARZ e NARAJIMA, 1993; LESSON e SUMMERS, 2001; LESSON e SUMMERS, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração do experimento

O experimento foi realizado na granja Somai Nordeste S/A, localizada no município de Montes Claros, região norte do estado de Minas Gerais, no período de 16 de janeiro a 09 de abril de 2011. O período experimental teve a duração de 12 semanas que corresponderam ao período de 56 a 67 semanas de vida das aves.

3.2 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em galpão convencional de postura, não climatizado, com comedouros tipo calha e bebedouros tipo “nipple”, sendo um para cada duas gaiolas. Foram utilizadas 6 poedeiras por gaiola (50 x 46 cm) com densidade de 383 cm²/ave. As parcelas experimentais foram separadas e devidamente identificadas. Cada parcela experimental foi isolada da parcela vizinha por um separador de madeira que impediu que as aves tivessem acesso à ração de outra parcela. Foi instalado, no centro do galpão, um termo higrômetro de máxima e mínima para que fossem registradas a temperatura e a umidade. Sendo registrada da temperatura mínima de 22,9 °C e máxima de 33,7 °C, a média do período foi de 26,7 °C e umidade mínima de 33% máxima de 88%, a média do período foi de 57%. A iluminação foi feita através de lâmpadas fluorescentes, sendo o regime de iluminação adotado de 16 horas diárias.

3.3 Aves e manejo experimental

Foram utilizadas 1.080 poedeiras leves da linhagem Dekalb White, provenientes de plantel próprio, com idade inicial de 56 semanas e peso médio de 1.500 ± 100 g.

As rações foram preparadas a cada 30 dias e, assim como a água, foram fornecidas à vontade para as aves.

Diariamente foi anotado, por parcela, o número de ovos íntegros, quebrados, trincados, sem casca e com casca mole. A coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia, às 10 e às 16 horas. Uma vez por semana foram pesados todos os ovos íntegros de cada parcela. Os parâmetros de qualidade de ovos foram medidos naqueles colhidos nos três últimos dias de cada período de 21 dias.

3.4 Tratamentos e rações experimentais

Os cinco tratamentos foram definidos pelos níveis de cálcio da dieta, conforme descrição abaixo:

tratamento 1 = ração contendo 2,5 % de cálcio;

tratamento 2 = ração contendo 3,0 % de cálcio;

tratamento 3 = ração contendo 3,5 % de cálcio;

tratamento 4 = ração contendo 4,0 % de cálcio;

tratamento 5 = ração contendo 4,5 % de cálcio.

As rações foram isonutritivas, exceto quanto aos níveis de cálcio. Para os cálculos nutricionais das dietas, foram utilizados os dados dos valores nutricionais dos ingredientes de acordo com Rostagno *et al* . (2005). A composição das rações com seus respectivos valores nutricionais calculados encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas

INGREDIENTES	Níveis de Cálcio (%)				
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Milho grão	60,50	61,65	63,00	64,00	65,25
Farelo de soja 45%	17,40	18,15	19,00	19,75	20,75
Farelo de trigo	13,72	10,38	6,80	3,71	0,00
Calcário	5,60	6,90	8,15	9,40	10,67
Farinha de carne e ossos 45% PB	2,10	2,25	2,40	2,50	2,70
Sal comum	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
DL- Metionina	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Premix vitamínico e mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina HCl	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Cloreto de colina 60%	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis Nutricionais					
Ácido Linoleico (%)	1,44	1,41	1,39	1,36	1,34
Cálcio (%)	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
EMAn (kcal/kg)	2741	2740	2741	2738	2740
Fósforo disponível (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Lisina digestível(%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Met + cis digestível (%)	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Metionina digestível (%)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

¹Premix Vitamínico e Mineral (composição por quilo do produto): Vitamina A 8.000.000 UI, Vitamina D₃ 2.500.000 UI, Vitamina E 15.000 UI, Vitamina K₃ 2.000 mg, Vitamina B₁ 1.200 mg, Vitamina B₂ 4.000 mg, Vitamina B₆ 1.000 mg, Calpan 8.000 mg, Vitamina B₁₂ 10.000 mg, Vitamina C 50.000 mg, Niacina 19.900 mg, Ácido Fólico 200 mg, Ácido Pantotênico 16.000 mg, Biotina 50 mg e BHT 5.000 mg, Manganês 90.000 mg, Zinco 62.500 mg, Ferro 25.000 mg, Cobre 7.500 mg, Iodo 940 mg, Selênio 200 mg.

3.5 Características avaliadas

3.5.1 Características de desempenho

3.5.1.1 Porcentagem de postura e número de ovos por ave alojada

A produção de ovos foi registrada diariamente e foi utilizada para os cálculos de porcentagem de postura e número de ovos por ave alojada, em todo o período experimental. A mortalidade durante a semana foi considerada para o cálculo de produção semanal.

3.5.1.2 Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante cada semana subtraindo-se a sobra ao final da mesma. Foi calculado o consumo médio diário de acordo com as repetições e os tratamentos, considerando-se o número de aves mortas na semana para não afetar o consumo de ração por ave.

3.5.1.3 Conversão alimentar

Os dados de conversão alimentar (quilogramas de ração consumida / dúzia de ovos produzidos) foram obtidos dividindo o consumo de ração semanal e a produção acumulada de ovos na semana levando em consideração a mortalidade diária, de acordo com as repetições e os tratamentos.

3.5.1.4 Taxa de viabilidade

A mortalidade diária foi registrada e a porcentagem de mortalidade foi calculada a partir dos valores obtidos e depois foi calculada a porcentagem de viabilidade de acordo com os tratamentos, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Viabilidade} = 100 - \% \text{ de mortalidade}$$

3.5.1.5 Peso médio dos ovos

Para determinação do peso médio dos ovos, em um determinado dia da semana, todos os ovos produzidos por parcela foram pesados.

3.5.1.6 Perdas de ovos – avarias de casca

Para o cálculo de porcentagem de perda dos ovos em todas as coletas realizadas foram registrados diariamente: os ovos quebrados, trincados, casca fina e ovos de pele, fazendo o cálculo de porcentagem através da produção diária.

3.5.2 Características de qualidade dos ovos

As avaliações de qualidade dos ovos foram realizadas um dia na semana, a cada quatro semanas. Foram coletados ovos ao acaso, sendo vinte e quatro de cada uma das seis repetições. As avaliações foram feitas com os ovos do dia da postura.

3.5.2.1 Porcentagem de gema, albúmen e casca

As avaliações das proporções de gema, de albúmen e de casca foram realizadas a cada 4 semanas em um dia da semana, com relação ao peso do ovo foram utilizados 60 ovos por tratamento, sendo 10 ovos por repetição. Após a quebra dos ovos, separaram-se o albúmen, a gema e a casca. A separação da gema foi realizada manualmente, e o resíduo de clara, aderido à gema, foi removido com o auxílio de papel absorvente. Após este procedimento as gemas foram pesadas individualmente. As cascas, depois de lavadas em água corrente para retirada de resíduos do albúmen, foram secadas à temperatura ambiente durante 24 horas, e pesadas individualmente. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso do ovo inteiro e o peso da gema mais o peso da casca conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Peso do albúmen} = \text{Peso do ovo inteiro} - (\text{Peso da gema} + \text{Peso da casca})$$

3.5.2.2 Peso específico

O peso específico foi mensurado a cada 4 semanas em um determinado dia da semana, realizado com 24 ovos de cada repetição, totalizando 144 ovos por tratamento. O resultado foi obtido através da seguinte fórmula:

$$\text{PE} = \text{peso do ovo} / \text{peso do ovo na água.}$$

3.5.2.3 Espessura da Casca

Para a espessura da casca, foram empregadas as mesmas amostras utilizadas para a porcentagem de cacas, gema e albúmen, sendo então tomadas medidas de espessura em três pontos da região equatorial do ovo, por meio de um micrômetro (mitsutoyo – código 7313), com precisão de 0,01mm e escala de 0,01 mm a 10 mm, posteriormente efetuada a média entre os pontos.

3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 6 repetições, totalizando 30 parcelas de 36 aves cada. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F apresentou significância os tratamentos (níveis de cálcio) foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR desenvolvido por Ferreira (2000).

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = Observação referente ao nível de cálcio **i** , na repetição **j** ;

μ = Média geral;

T_i = Efeito dos níveis cálcio **i** , com **$i= 1,2,3,4$** e **5** ;

e_{ij} = erro experimental associado aos valores observados (**Y_{ij}**)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de desempenho

Os dados de porcentagem de postura, viabilidade, consumo de ração, conversão alimentar, peso dos ovos e perda dos ovos de acordo com os níveis de cálcio estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Efeito dos níveis de cálcio sobre a produção de ovos (PROD), viabilidade (VB), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso dos ovos (PO) e perdas de ovos (PERD) de poedeiras leves alimentadas com rações com diferentes níveis de cálcio.

Níveis de Ca (%)	PROD (%)	VB (%)	CR (g)	CA (kg/dz)	PO (g)	PERD (%)
2,5	88,47	91,67	113,74	1,5822	63,82	5,90
3,0	88,38	93,52	112,44	1,5933	64,68	4,87
3,5	88,84	92,99	112,63	1,5800	65,23	3,15
4,0	86,95	86,44	112,63	1,5533	66,05	2,48
4,5	89,64	94,40	110,48	1,5350	64,79	2,60
Média	88,46	91,80	112,57	1,57	64,92	3,80
Efeito	NS	NS	L*	L*	Q*	L**
CV	2,20	5,72	1,44	2,12	1,18	29,46

NS = não significativo; L* = efeito linear (P<0,05); L** = efeito linear (P<0,01); Q* = efeito quadrático (P<0,01).

Os níveis de cálcio não exerceram efeito ($P>0,05$) sobre a produção de ovos das aves, corroborando os resultados encontrados por Pelícia *et al.* (2009a), em que a produção não foi afetada pelos níveis 3,0; 3,5; 4,0 e 4,5% de cálcio. Estes resultados também ratificam aqueles relatados por Keshavarz e Nakajima (1993) que indicam que as poedeiras podem tolerar altos níveis de cálcio sem afetar a produção de ovos.

Resultado contrário foi observado por Murata *et al.* (2009), que trabalharam com níveis de 3,75; 4,15 e 4,55% de cálcio e verificaram efeito quadrático sobre a produção de ovos com máxima produção no nível de 4,05%.

A viabilidade das aves não foi afetada pelos níveis de cálcio fornecidos pelas dietas. O mesmo ocorreu em experimento realizado por Pelícia *et al.* (2009) que, apesar de não encontrarem diferenças no consumo das aves dos diferentes tratamentos, afirmam que a ingestão inadequada de cálcio pode causar anormalidades esqueléticas, resultando em problemas de pernas e, conseqüentemente, o consumo pode ser afetado, podendo eventualmente causar mortalidade (MAYANARD *et al.*, 1984).

O consumo de ração sofreu influência dos tratamentos ($P<0,05$), apresentando comportamento linear decrescente (Figura 1). Fraga (1994) observou que o fornecimento de rações com mais de 4% de cálcio para poedeiras pode ocasionar problemas de palatabilidade e interferência no consumo. Vicenzi (1996) também mencionou que o excesso de cálcio na ração pode provocar redução no consumo de ração em virtude da pior palatabilidade, além da incidência de excretas moles e de depósitos calcários na casca do ovo. Segundo Borges (1999), o consumo de ração pelas aves pode ser afetado pelo nível de cálcio na ração, que parece agir no hipotálamo, no entanto, não se conhece ainda a intensidade de sua ação, se direta ou indireta, pois o hipotálamo induz a liberação de norepinefrina, um mediador que atua no sistema nervoso central propiciando aumento no consumo de ração.

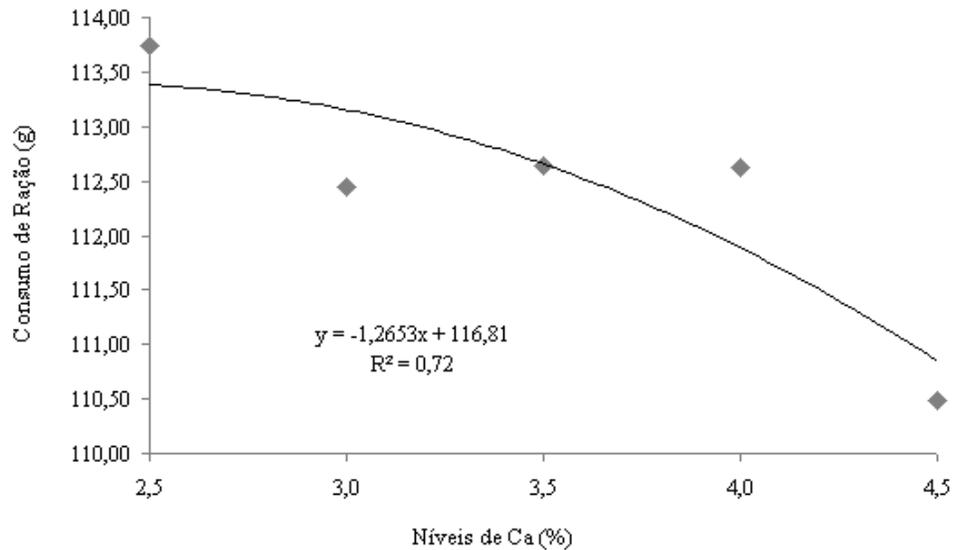


Figura 1. Consumo de ração de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio.

Resultados contrários foram observados por Pelícia *et al.* (2009a), avaliando níveis de 3,0; 3,5; 4,0 e 4,5% de cálcio em dietas de poedeiras da linhagem Hisex Brown, com idade de 90 e 108 semanas, os quais não observaram diferenças no consumo de ração.

A conversão alimentar foi afetada pelos diferentes níveis de cálcio das rações, apresentando comportamento linear decrescente (Figura 2). Este resultado foi decorrente do consumo de ração que também diminuiu à medida que os níveis de cálcio se aumentaram.

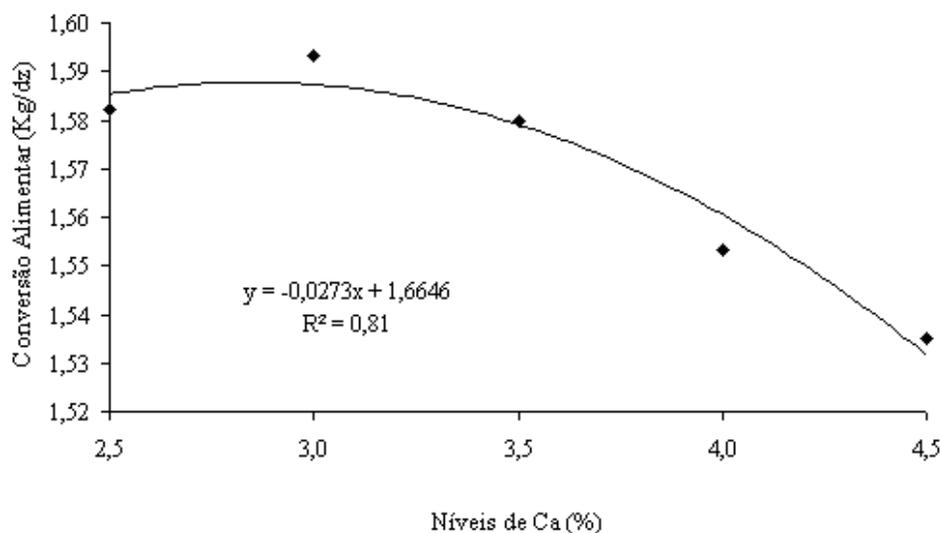


Figura 2. Conversão alimentar de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio.

Esses resultados diferem daqueles encontrados por Araújo (2009) que comparou níveis de 3,92; 4,02 e 4,12% de cálcio, constatou efeito quadrático, concluindo que o melhor nível para uma melhor conversão é 4,12%. Resultado semelhante foi obtido por Pelícia (2009), observando que, para poedeiras de segundo ciclo de produção, a conversão alimentar por dúzia de ovos melhorou quando utilizado um nível de 4,5% de cálcio. Contudo, Rodrigues *et al.* (2005), avaliando 0,5; 2,0 e 3,5% de cálcio em ração de poedeiras comerciais com 68 semanas não observaram diferenças na conversão alimentar.

O peso dos ovos foi influenciado pelos níveis de cálcio, apresentando comportamento quadrático ($P < 0,01$) com máximo peso (65,6 g) quando o nível estimado de cálcio atingiu 3,79% (Figura 3). Este resultado difere daquele encontrado por Murata *et al.* (2009) que, trabalhando com poedeiras de 57 semanas, verificaram maior peso de ovos utilizando apenas rações com níveis de cálcio acima de 4% (4,15 e 4,55%). Por outro lado, Oliveira *et al.* (2002) não

observaram diferença no peso dos ovos quando avaliaram cinco níveis de cálcio (2,8; 3,2; 3,6; 4,0 e 4,4%).

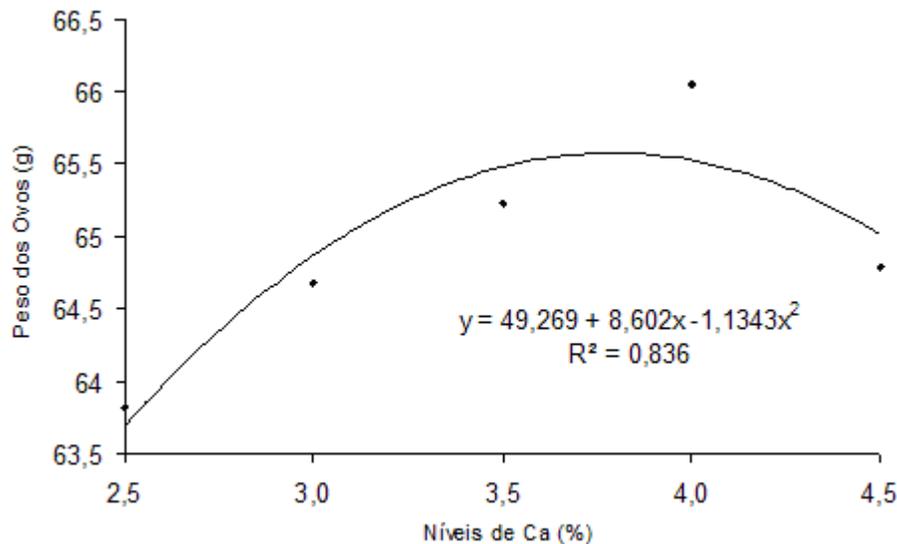


Figura 3. Peso dos ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio.

As perdas de ovos foram afetadas pelos diferentes níveis de cálcio das rações, apresentando comportamento linear decrescente (Figura 4). A perda de ovos é produto da porcentagem média de ovos com defeitos, ou seja, apresentando trincas, quebras e cascas moles. Esse dado demonstra a importância do cálcio na manutenção da qualidade da casca, pois à medida que se aumentaram os níveis deste mineral nas rações as perdas diminuíram.

Esses resultados diferem daqueles encontrados por Pelícia (2009) que não observou diferença na porcentagem de ovos quebrados ou com defeitos das poedeiras alimentadas com 3,0; 3,5; 4,0 e 4,5% de cálcio. Também Murata *et al.*

(2009) não observaram diferenças trabalhando com níveis 3,75; 4,15 e 4,55% de cálcio.

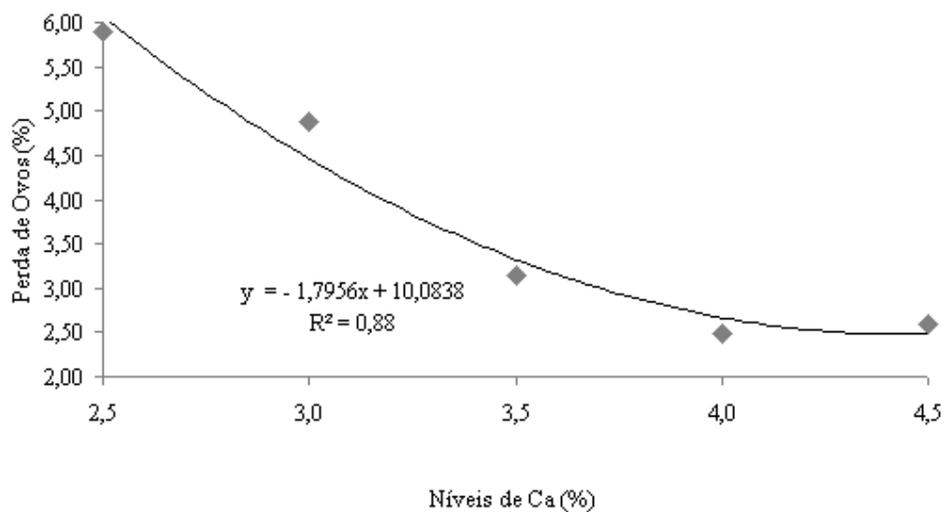


Figura 4. Perda de ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio.

Os resultados do trabalho de Teixeira (1982), em que foi observado que as perdas de ovos se reduziam à medida que os níveis de cálcio aumentavam, são semelhantes aos obtidos neste trabalho.

4.2 Características de qualidade dos ovos

Os dados de peso específico, espessura da casca, porcentagem de casca, gema e albúmen de acordo com os tratamentos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Peso específico (PE), espessura da casca (EC), porcentagem de casca (CAS), porcentagem de gema (GEMA) e porcentagem de albúmen (ALB) de poedeiras leves alimentadas com rações com diferentes níveis de cálcio.

Níveis de Ca (%)	PE G	EC (mm)	CAS %	GEMA %	ALB %
2,5	1,081	0,39	8,68	26,59	64,73
3,0	1,082	0,38	9,02	25,64	65,33
3,5	1,084	0,39	9,30	25,68	65,02
4,0	1,085	0,44	9,49	25,83	64,68
4,5	1,084	0,41	9,40	26,22	64,38
Média	1,083	0,40	9,179	25,991	64,829
Efeito	L*	L*	Q*	NS	NS
CV	0,12	2,67	2,03	2,38	1,07

NS = não significativo; L* = efeito linear (P<0,01); Q* = efeito quadrático (P<0,01).

O peso específico dos ovos foi afetado pelos diferentes níveis de cálcio das rações, apresentando comportamento linear crescente (Figura 5). Esse resultado é semelhante ao relatado por Castillo *et al.* (2004) que avaliaram 5 níveis de cálcio (2,96; 3,22; 3,83; 4,31; e 4,82%) para poedeiras da linhagem Hy-line W-98 e observaram que o peso específico dos ovos foi aumentando conforme se elevavam os níveis de cálcio das rações. Esse incremento está relacionado com o aumento de cálcio da ração, visto que com a elevação desse mineral, o peso dos ovos foi também aumentado, refletindo conseqüentemente em maior peso específico. Porém, Rodrigues (2005) e Murata *et al.* (2009) não verificaram diferenças no peso específico quando utilizaram 0,5; 2,0 e 3,5% e 3,75; 4,15 e 4,55% de cálcio, respectivamente.

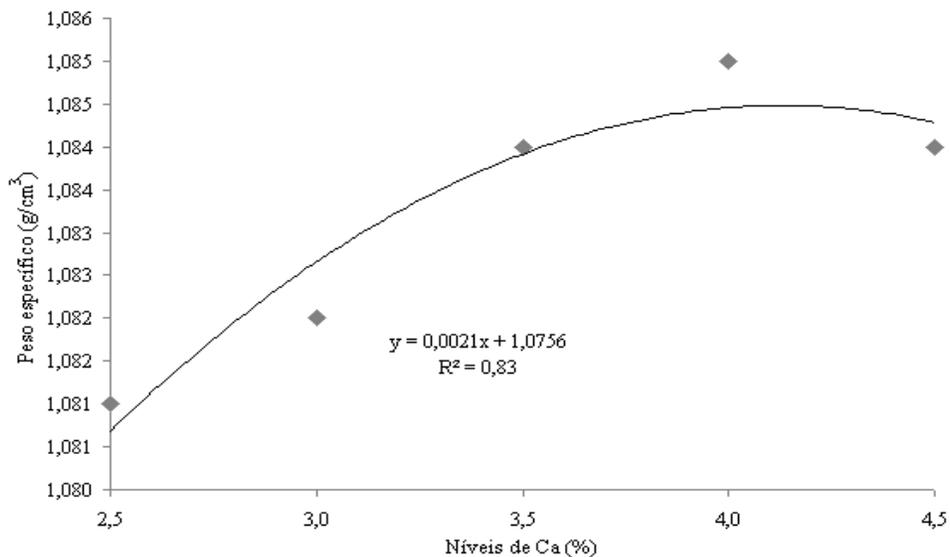


Figura 5. Peso específico dos ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio.

A espessura da casca foi influenciada significativamente pelos diferentes tratamentos, apresentando comportamento linear crescente (Figura 6) de forma que, quanto maior o nível de cálcio utilizado, maior a espessura da casca dos ovos. Esses resultados são semelhantes àqueles encontrados por Murata *et al.* (2009) que observaram comportamento linear crescente na espessura da casca quando foram aumentados os níveis de cálcio das rações. Entretanto, Rodrigues (1995) e Pelicia (2009) não constataram qualquer efeito dos níveis de cálcio na espessura da casca.

Em experimento realizado com poedeiras brancas de 79 a 105 semanas de idade, Hernández-Sánchez *et al.* (2006) verificaram maior espessura de casca de ovo quando o consumo diário de cálcio foi de 4,02 g/ave, porém, recomendam 3,17 g/ave/dia como nível econômico ótimo.

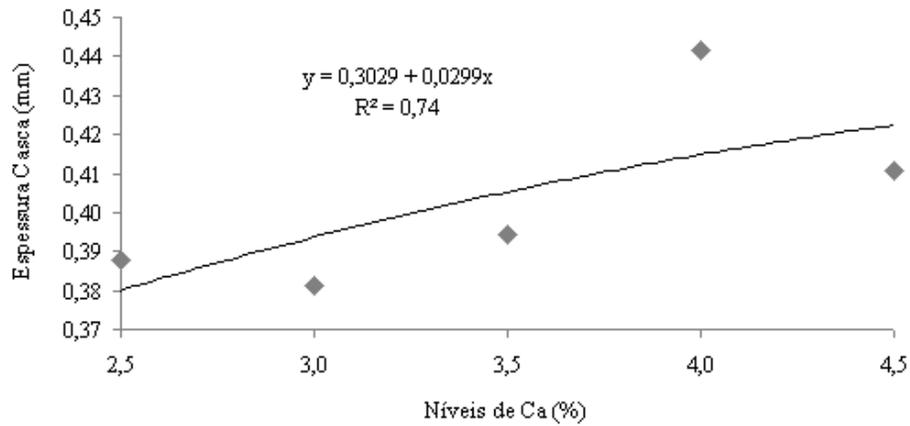


Figura 6. Espessura da casca de ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio.

A porcentagem de casca foi influenciada pelos níveis de cálcio apresentando comportamento quadrático ($P < 0,01$) com máxima porcentagem (9,44) quando o nível de cálcio atingiu 4,19% (Figura 7).

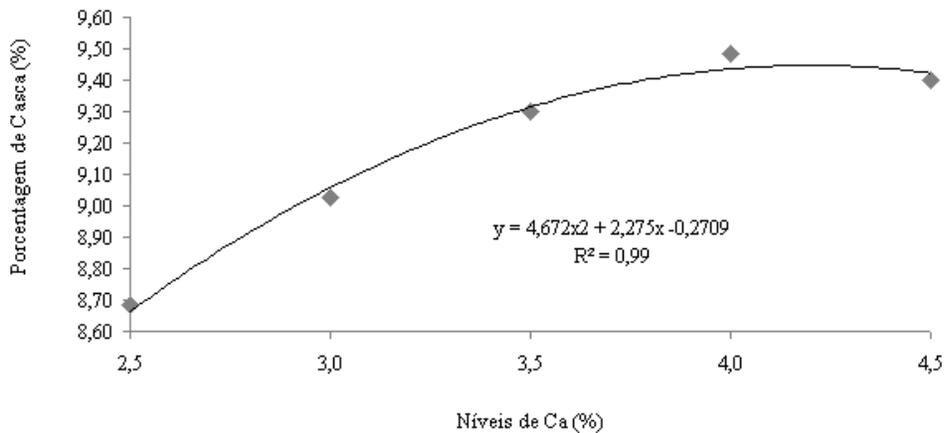


Figura 7. Porcentagem de casca de ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com diferentes níveis de cálcio

Costa *et al.* (2008) constataram um aumento na porcentagem de casca à medida que se aumentou o nível de cálcio na dieta. Todavia, Murata *et al.* (2009) não observaram diferenças nessa variável quando se utilizaram 3,75; 4,15 e 4,55% de cálcio nas dietas.

A porcentagem de gema e albúmen não foi afetada pelos níveis de cálcio das rações, o que se assemelha ao resultado obtido por Ito *et al.* (2006) que não verificaram nenhum efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de gema e albúmen.

Resultado contrário foi obtido por Costa *et al.* (2008) que observaram efeito linear decrescente dos níveis de cálcio (3,0; 3,4; 4,2; 4,6 e 5%) sobre a porcentagem de albúmen.

Segundo Frost & Roland (1991), o aumento do nível de cálcio melhora a resistência da tíbia, o valor de cinza nos ossos e a concentração iônica plasmática. Como o cálcio é um nutriente que tem como função primordial, para poedeiras, a formação da casca do ovo, o aumento do nível dietético desse mineral promove maior desenvolvimento da casca em relação aos demais componentes do ovo (albúmen e gema).

A maioria dos resultados de estudos sobre efeitos do cálcio no desempenho e na qualidade dos ovos relaciona os níveis de cálcio à produção e ao peso dos ovos, à espessura, ao peso e à porcentagem da casca e à gravidade específica, mas não fornece quaisquer informações sobre a influência desse mineral sobre o peso e a porcentagem de albúmen e gema (CASTILLO *et al.*, 2004; JARDIM FILHO *et al.*, 2005; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2006).

5 CONCLUSÃO

Recomenda-se o nível de 4,19% de cálcio para poedeiras leves na idade de 56 a 67 semanas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. J.; BELL, D. D. A model relating egg weight and distribution to age of hen and season. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 7, p. 35-44, 1998.

AL-BATSHAN, H. A. *et al.* Duodenal calcium-uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 1590-1596, 1994.

ARAUJO, L. F. *et al.* Uso de fosfatos com diferentes relações flúor:fósforo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.38, p.1033-1036, 2009.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 450 p.

BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. Macro e microminerais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1, Campinas, 2001. **Anais....** Campinas: CBNA, 2001. p. 219-234.

BRONNER, F. Nutrient bioavailability with a special reference to calcium. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 5, p. 797-802, 1993.

BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 27, p. 67-79, 1999.

CUTCHER, G. D.; MILES, R. **Concepts of eggshell quality**. 1990. 3p. Disponível em: < <http://edis.ifas.ufl.edu/vm013>>. Acesso em: 20 de agosto de 2010.

CALDERON, C. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 1994. p. 35-66, 1994.

CASTILLO C. *et al.* Biological and Economic Optimum Level of Calcium in White Leghorn Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 868–872, 2004.

CHENG, T. K.; COON, C. N. Effect of calcium source, particle size, limestone solubility *in vitro*, and calcium intake level on layer bone status and performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n.12, p. 2214-2219, 1990.

CURTIS, P. A.; GARDNER, F. S.; MELLOR, P. B. A comparison of selected quality compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. Shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 297-301, 1985.

DELL'ISOLA, A.T.P.; BAIÃO, N. C. Cálcio e fósforo para galinhas poedeiras - Avicultura. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n. 34, p. 65-92, 2001.

FARIA, D. E. *et al.* 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**, Viçosa-MG, v. 29, n.2, p. 458-466, 2000.

FASSANI, É.J. *et al.* . Composição e solubilidade *in vitro* de calcários calcíticos de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 913-918, 2004.

FERREIRA, D. F. **SISVAR Sistema de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX, 2000. *Software*.

FRASER, A. C.; BAIN, M. M.; SOLOMON, S. E. Organic matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at

selected periods during lay. **British poultry Science**, Edinburgh, v. 39, p. 225-228, 1998.

FRAGA, M. J., Alimentacion mineral y vitamínica de la gallina ponedora. In: BLAS, C.; MATEOS, G.G. **Nutrición y alimentación e gallinas ponedoras**. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Mundi Prensa e Editorial Aedos, p.161-185, 1994.

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

GERALDO, A. *et al.* Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas e seus efeitos sobre a produção e qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 1720-1727, 2006.

GORDON, R.W.; ROLAND, D.A. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. **Poultry Science**, Champaign , v. 76, n. 8, p. 1172-1177, 1997.

GRANJA PLANALTO.. **Manual da linhagem Dekalb White**. 2005. Disponível em:< http://www.granjaplanalto.com.br/produtos_dekalb.htm>. Acesso em: 20/08/2010

HOLDER, D. P. Dietary phosphorus requirements of force-molted leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p.433-437, 1981.

HONMA N. H. **Efeitos dos níveis nutricionais de cálcio sobre a capacidade reprodutiva e integridade dos ossos de galos reprodutores de corte**.. 1992. 63 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFV, Viscosa-MG, 1992.

ITO, R. I. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade de casca de ovos. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1998, São

Paulo. **Anais... São Paulo**: APA- Associação Paulista de Avicultura, 1998. p. 119-138.

ITO, D.T. *et al.* . Efeitos do fracionamento o cálcio dietário e granulometria do calcário sobre o desempenho e qualidade os ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 187-195, 2006.

JARDIM FILHO, R. M. *et al.*. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Sientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n 1, p. 35-41, 2005.

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

KESHAVARZ, K. Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without phytase on a phase feeding program. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 748-763, 2000.

KIRA, K. C. *et al.* . Utilização de diferentes fontes de cálcio para poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO' 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: FACTA, 1996. p. 26. (Trabalhos de pesquisa Prêmio “José Maria Lamas da Silva”)

LEESON, S.; SUMMER, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Ontario: University Books, 2001. p.331-428.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd ed. Guelph: University Books, 2005. 416 p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MALHEIROS, R. D. Endocrinologia de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: FACTA, 2005. p. 57-70.

MILES, R. D. **Gravedad específica del huevo-establecimiento de un programa de verificación**. Generalidades sobre la calidad del cascarón de huevo. México: Asociación Americana de Soya, 1993. p. 1-8.

MILES, R. D. Fatores nutricionais envolvidos com a qualidade da casca dos ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000. Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGA, 2000. p.163-174.

MCDOWELL L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**, 3 ed. Gainesville: University of Florida, 1999. 92 p.

MOLINO, A.B. *et al.* 2009. **Avaliação de medidas de qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais**. 2009. Disponível em: <
http://www.fmvz.unesp.br/Noticias/Not_30/Andrea_APA2009.pdf>.
Acesso em: 20 jan. 2012.

MURATA, L. S. **Granulometria do calcário e níveis de cálcio na melhoria da qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais**. 1995. 56 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

MURATA L. S. *et al.* Níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22 , n. 1, p. 103-110, 2009.

NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. Washington, DC: Natl. Acad. Press, 1994. p. 155.

NUNES, R.V.. *et al.* Efeitos dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 2007-2012, 2006.

OLIVEIRA, J. R. *et al.* Níveis de cálcio para poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1060-1067, 2002.

ORDÓÑEZ, J. A. Ovos e produtos derivados. In: **Tecnologia de alimentos. Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 269-279.

PELICIA K. *et al.* Calcium Levels and Limestone Particle Size in the Diet of Commercial Layers at the End of the First Production Cycle. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas,, n.2, p. 87-94, 2009.

PELICIA, K. *et al.* Calcium and Avialable Phosphorous Levels for Laying Hens im Second Production Cycle. **Brazilian Journal of Poultry Science, Campinas**, n. 1, p.39-49, 2009a.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**. 4th ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1995. 615 p.

RAO, K. S.; ROLAND, D. A. Influence of dietary calcium level and particle size of calcium solubilization by commercial leghorns. **Poultry Science**, Champaing, v. 68, n. 11, p. 1499-1505, Nov. 1989.

RODRIGUES, E. A. *et al.* Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 49-54, 2005.

RODRIGUES, P. B. **Fatores nutricionais que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de 2º ciclo**. 1995. 139 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

RODRIGUEZ-NAVARRO, A.; KALIN, O.; GARCIA-RUIZ, J. M. Influence of microstructure on the Shell strength of eggs laid by hens of different ages. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 43, p. 395-403, 2002.

ROLAND, D. A.; GORDON, R. Phytase helps optimize phosphorus, calcium in layer diets. **Feedstuffs**, Bloomington, v. 68, n. 10, p. 16-39, 1996.

ROLAND, D.A. GORDON, R.W. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p.1172-1177, 1997.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2^a ed. Viçosa: UFV, 2005. 186 p,

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 3^a ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências de cálcio para poedeiras leves e semipesadas no terço final do primeiro ciclo de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticaba: UNESP, 2007.

SILVA, J. H. V. *et al.* Relação cálcio:fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n.12, p. 2166-2172, 2008.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A.; KORVER, D. R. A study on the interation of xylanase and phytase enzymes in the wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 297-305, 2006.

TEIXEIRA, A. S. **Variação granulométrica do calcário e diferentes níveis de cálcio em ração de poedeiras.** 1982. 83 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1982.

VARGAS JR., J.G.. *et al* . Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, p. 936-946, 2004.

VEIGA J. B., CARDOSO E. C. Criação de gado leiteiro na zona bragantina. 2005. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/GadoLeiteiroZonaBragantina/paginas/apresentacao.htm>> Acesso em: 02 out. 2010.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo – aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1996. p.77-91.