

SILVANA MARQUES PASTORE

**NÍVEIS DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO/FÓSFORO EM RAÇÕES PARA
POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE**

Dissertação apresentada
à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

**P293n
2010**

Pastore, Silvana Marques, 1984-

**Níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo em rações para
poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade /
Silvana Marques Pastore. – Viçosa, MG, 2010.
xi, 54f. : il. ; 29cm.**

Inclui apêndices.

Orientador: Paulo Cezar Gomes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 37-47.

**1. Galinha - Nutrição - Necessidades. 2. Cálcio na nutrição
animal. 3. Fósforo na nutrição animal. 4. Galinha - Registros
de desempenho. 5. Galinha - Ovos - Qualidade. 6. Galinha -
Tíbia. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.**

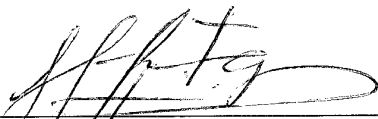
CDD 22. ed. 636.50852

SILVANA MARQUES PASTORE

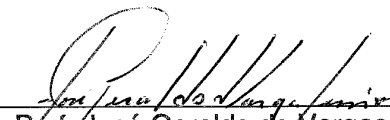
**NÍVEIS DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO/FÓSFORO EM RAÇÕES PARA
POEDEIRAS LEVES NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE**

Dissertação apresentada
à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 23 de julho de 2010



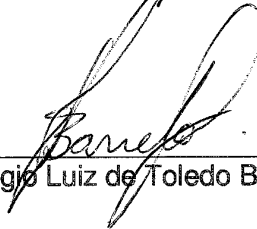
Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Co-orientador)



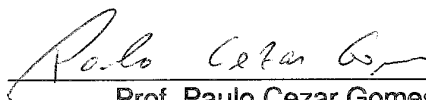
Prof. José Geraldo de Vargas Junior



Prof. Juarez Lopes Donzele



Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto



Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A Deus,

Aos meus pais, Jair e Ercília, pelo amor e exemplo de vida,

Aos meus irmãos, Janete e Renã, pelo carinho e a amizade,

Aos meus familiares, pela compreensão de minhas ausências,

Ao Will pelo amor, carinho e apoio incondicional e

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade do aprendizado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pela confiança e pelo ensinamento, pelo apoio e orientação em todos os momentos do meu trabalho, e pelo exemplo profissional;

Ao professor José Geraldo de Vargas Junior, pela amizade, confiança e apoio no início de minha vida acadêmica;

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino, Juarez Lopes Donzele, Sérgio Luiz de Toledo Barreto e Horacio Santiago Hostagno pelos conselhos, auxílios e sugestões nos momentos necessários;

Aos funcionários e amigos do Setor de Avicultura da UFV, em especial ao Elísio, Mauro Jarbas, Adriano e José Lino pela amizade, colaboração e agradável convivência;

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial Celeste e Fernanda, pela paciência e dedicação;

Aos amigos da Pós-Graduação Will Pereira de Oliveira, Danilo Vargas Gonçalves Vieira, Cássia Rampini Vellasco, Arele Arlindo Calderano, Rodrigo Lopes de Almeida e Allan Reis Troni pela amizade e auxílio na condução do experimento;

Aos estagiários Gabriel (Macaé), Jorge, Tainnah e Bruno pelo auxílio na condução do experimento, coleta dos dados e análises laboratoriais;

Aos meus pais, Jair e Ercília, pelo incentivo, amor e confiança. Obrigada pelos ensinamentos que me fizeram ser quem sou hoje e que me possibilitaram chegar aqui.

Aos meus familiares pelo incentivo e apoio durante toda minha vida acadêmica.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

SILVANA MARQUES PASTORE, filha de Jair Pastore e Ercília Marques Pastore, nasceu em Conceição do Castelo, Espírito Santo, em 10 de junho de 1984.

Em novembro de 2003, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, graduando-se em agosto de 2008.

Em agosto de 2008, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástrico, na Universidade Federal de Viçosa - UFV, submetendo-se à defesa de tese no dia 23 de julho de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1.Importância do cálcio no organismo animal.....	03
2.2.Importância do fósforo no organismo animal.....	04
2.3.Importância das relações cálcio/fósforo no organismo animal.....	05
2.4.Efeito dos níveis de cálcio e das relações cálcio/fósforo na ração sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de poedeiras.....	07
2.5.Efeito dos níveis de cálcio e das relações cálcio/fósforo na ração sobre as características ósseas das poedeiras.....	12
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1.Desempenho produtivo.....	22
4.2.Qualidade de casca.....	25
4.3.Características ósseas.....	29
4.4.Balanço de cálcio/fósforo.....	32
5.CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
APÊNDICE.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual e valor nutricional da ração basal.....	16
Tabela 2 – Composição percentual e valor nutricional das rações experimentais.....	17
Tabela 3 – Composição percentual de cálcio e de fósforo nos diferentes ingredientes.....	17
Figura 1 – Variação das temperaturas durante o período experimental.....	21
Tabela 4 – Desempenho produtivo das poedeiras de 42 a 58 semanas de idade nos diferentes tratamentos.....	22
Tabela 5 – Qualidade de ovo das poedeiras nos diferentes tratamentos.....	26
Tabela 6 – Características de osso das poedeiras nos diferentes tratamentos.....	29
Tabela 7 – Concentração de matéria mineral nas excretas e balanço de cálcio/fósforo pelas poedeiras nos diferentes tratamentos.....	33

RESUMO

PASTORE, Silvana Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010. **Níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível em rações para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.** Orientador: Paulo Cezar Gomes. Coorientadores: Horacio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Objetivou-se determinar a exigência nutricional de cálcio e a melhor relação cálcio/fósforo disponível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade, foi conduzido o experimento no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa com duração de 112 dias. Foram utilizadas 324 aves Hy-Line W36, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, composto de três níveis de cálcio (3,9; 4,2 e 4,5%) e três relações cálcio/fósforo (12,12:1; 10,53:1 e 9,30:1), totalizando nove tratamentos com seis repetições e seis aves por unidade experimental. Foram avaliados os parâmetros de: desempenho produtivo (postura; consumo de ração; peso e massa dos ovos; conversão alimentar (dúzia e massa dos ovos); e ganho de peso), de qualidade do ovo (porcentagem de albúmen e gema; peso e espessura de casca; gravidade específica dos ovos; teores de matéria mineral, de cálcio e de fósforo na casca; e ovos perdidos), de características ósseas (peso da tíbia; teores de matéria mineral, de cálcio e de fósforo na tíbia); balanço de cálcio/fósforo (consumo de cálcio e de fósforo; teores de matéria mineral, de cálcio e de fósforo na excreta e retido pelas aves) e mortalidade. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo para nenhuma das variáveis estudadas. Não se verificou efeito ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo sobre os parâmetros de desempenho produtivo, de

qualidade do ovo e de características ósseas. Com relação ao balanço de cálcio/fósforo, os níveis de cálcio da ração promoveram efeito linear ($P < 0,05$) sobre a porcentagem e valor absoluto da matéria mineral nas excretas, consumo de cálcio e de fósforo pelas aves, teores de cálcio nas excretas, tanto em porcentagem como em valor absoluto e retenção de cálcio determinada em porcentagem. Quando a retenção de cálcio foi determinada em valor absoluto, não houve efeito significativo ($P < 0,05$). Também não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio sobre a excreção e retenção de fósforo pelas aves, tanto em porcentagem como em valor absoluto. As relações cálcio/fósforo não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de cálcio pelas aves, os teores de matéria mineral e de cálcio nas excretas, tanto porcentagem como em valor absoluto, a retenção de cálcio pelas aves, tanto em porcentagem como em valor absoluto, a porcentagem de fósforo nas excretas e a porcentagem de fósforo retido pelas aves. No entanto, quando a retenção de fósforo foi determinada em valor absoluto, as relações cálcio/fósforo da ração promoveram efeito linear ($P < 0,05$). Também, houve efeito linear ($P < 0,05$) das relações cálcio/fósforo sobre o consumo de fósforo e a excreção de fósforo em valor absoluto. Rações contendo 3,9% de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível de 12,12:1, correspondente a um consumo de cálcio de 3,51 g/ave/dia e de fósforo disponível de 289 mg/ave/dia, garantem desempenho satisfatório em poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

ABSTRACT

PASTORE, Silvana Marques, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2010. **Levels of calcium and calcium/available phosphorus ratio in light-weight laying hens diets from 42 to 58 weeks of age.** Adviser: Paulo Cezar Gomes. Co-advisers: Horacio Santiago Rostagno and Luiz Fernando Teixeira Albino.

In order to determine calcium nutritional requirement and the best calcium/available phosphorus ratio for light-weight laying hens from 42 to 58 weeks of age, it was conducted an experiment in the Setor de Avicultura in Departamento de Zootecnia at Unversidade Federal de Viçosa for 112 days. Three hundred and twenty-four light-weight laying hens were used, distributed in a completely randomized design in a 3 x 3 factorial scheme, composed of three levels of calcium (3.9; 4.2; and 4.5%) and three calcium/available phosphorus ratios (12.12:1; 10.53:1 and 9.30:1), totaling nine treatments with six replicates with six birds each. The following parameters were evaluated: 1) performance: posture, feed intake, egg weight, egg mass, feed conversion (egg dozen and egg mass) and weight gain; 2) egg quality: percentage of albumen and yolk, weight and thickness of egg shell; egg specific gravity; contents of ash, calcium and phosphorus in the egg shell, and lost eggs; 3) bone characteristics (tibia weight, contents of ash, calcium and phosphorus in the tibia); 4) calcium/phosphorus balance (calcium and phosphorus intake, contents of ash, calcium and phosphorus in excretion and retained by the birds) and 5) mortality. There was no interaction ($P>0.05$) between calcium levels and calcium/phosphorus ratio for the studied variables. Levels of calcium and calcium/phosphorus ratio did not affect performance, egg quality and bone characteristics. Regarded to calcium/phosphorus balance, dietary calcium levels promoted a linear effect ($P<0.05$) on percentage and on the absolute

value of the mineral matter in excreta, on consumption of calcium and phosphorus by the birds, on the levels of calcium in excreta, in percentage and in absolute value as well, and on retention of calcium determined as a percentage. When calcium retention was determined in absolute value, there was no significant effect ($P < 0.05$). There was no effect ($P > 0.05$) of levels of calcium on retention and excretion of phosphorus by birds, both in percentage and in absolute value, either. The calcium/phosphorus ratios did not influence ($P > 0.05$) calcium intake by the birds, contents of mineral matter and calcium in the excreta in percentage and in absolute terms as well, retention of calcium by birds, in percentage and in absolute value as well, the percentage of phosphorus in feces and the percentage of phosphorus retained by the birds. However, when the retention of phosphorus was determined in absolute terms, the calcium/phosphorus ratios promoted a linear effect ($P < 0.05$). There was also a linear effect ($P < 0.05$) in the calcium/phosphorus ratios on phosphorus intake and on phosphorus excretion in absolute value. Diets containing 3.9% calcium and calcium/available phosphorus ratio of 12.12:1, corresponding to a calcium and available phosphorus intake of 3.51 g/bird/day and 289 mg/bird/day, respectively, guarantee a satisfactory performance for light-weight laying hens from 42 to 58 weeks of age.

1. INTRODUÇÃO

O avanço do melhoramento genético nos últimos anos possibilitou o surgimento de poedeiras comerciais mais produtivas, com menor peso corporal e melhor conversão alimentar. Esses avanços tornaram as aves mais exigentes quanto aos fatores de ambiência, manejo sanitário e, principalmente, quanto aos aspectos nutricionais. Por isso, são necessários constantes estudos para atualização das exigências nutricionais, para que essas aves possam expressar seu máximo potencial de produção. Como as exigências de cálcio e de fósforo disponível de aves de postura têm se modificado constantemente, pesquisas sobre as exigências desses minerais para aves de postura, têm recebido atenção especial.

Cálcio e fósforo são considerados os principais minerais em rações para poedeiras, tendo em vista sua expressiva participação no metabolismo e na qualidade da casca do ovo. Enquanto o cálcio é necessário em grande quantidade, o fósforo é o mineral que mais onera o custo final das rações para essas aves.

Embora a literatura seja bastante rica em estudos sobre fontes e níveis desses minerais para poedeiras, há controvérsias quanto ao nível nutricional, pois em muitas pesquisas não se leva em consideração a relação entre eles. Sabe-se, portanto, que a eficiência de utilização desses minerais é dependente da quantidade e da relação entre eles.

O excesso de cálcio nas rações pode causar antagonismo na absorção de minerais, como fósforo, ferro, zinco, magnésio, sódio, potássio, entre outros, influenciando a manutenção da homeostasia desses minerais. O fósforo disponível, por sua vez, quando em excesso na ração, pode prejudicar a liberação de cálcio do osso e a adequada mineralização da casca do ovo. Por outro lado, a deficiência de cálcio e de fósforo disponível pode resultar em má

qualidade da casca, com altos índices de quebra, redução no tamanho e na produção de ovos, entre outros. Portanto, é importante na avaliação das exigências de cálcio e de fósforo disponível considerar as relações entre esses minerais. Essa prática nutricional não apenas resulta em uma ração mais econômica como também permite a formulação de uma ração mais apropriada às aves e que contribuirá para a formação de excretas com menor perda de minerais, principalmente o fósforo, reduzindo o impacto negativo da produção animal ao meio ambiente.

Assim, objetivou-se neste trabalho determinar a exigência nutricional de cálcio e a melhor relação cálcio/fósforo disponível para podeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância do cálcio no organismo animal

A importância do cálcio para poedeiras está relacionada à sua participação na formação e manutenção da matriz óssea e na formação da casca do ovo e no metabolismo. A deposição diária de cálcio na casca de ovos de poedeiras comerciais corresponde aproximadamente a 10% do total de cálcio presente no organismo da ave (Ribeiro, 2008). O cálcio é o mineral metabolicamente mais ativo. Atua na regulação da contração muscular, na transmissão de impulsos nervosos, na coagulação sanguínea, na ativação de sistemas enzimáticos e adesão celular, na reprodução e na formação do ovo (Macari et al., 2002; Simões, 2005). Existem ainda várias outras funções biológicas do cálcio, o que aumenta sua importância na composição das rações.

O cálcio ingerido é absorvido e utilizado conforme as necessidades metabólicas. Portanto, é variável a fração biodisponível da ração que é utilizada para as funções orgânicas (Ammerman, 1995). Assim, a biodisponibilidade de cálcio pode ser definida como uma fração do cálcio dietético que é potencialmente absorvível pelo intestino para os processos fisiológicos, sobretudo mineralização óssea, ou para limitar a perda óssea (Guéguen et al., 2000). Entretanto, a eficiência na absorção de cálcio é influenciada pelo seu metabolismo – regulado endocrinamente e dependente da idade, do estágio fisiológico e da postura das aves e do nível de cálcio na ração – e tem consequências na excreção total desse mineral (Vieira, 2009).

O cálcio é o mineral mais abundante do corpo da ave. Do total absorvido, 99% está presente nos ossos (Bertechini, 2006). O nível plasmático

de cálcio, que representa cerca de 1% do total de cálcio do organismo, e é regulado pelo efeito integrado dos hormônios paratormônio, calcitonina e a vitamina D ativa (1,25- dihidroxicolecalciferol) no trato gastrointestinal, que é a via primordial de absorção do cálcio dietético, nos rins, que é o principal órgão da regulação plasmática de cálcio, e nos ossos, que é o principal reservatório dinâmico de cálcio do organismo, que é prontamente trocável com o cálcio do líquido extracelular (Hoenderop et al., 2005; Eaton et al., 2006). Esses hormônios agem de forma que, em condições normais, a concentração de cálcio varia menos que 5% (Macari et al., 2002) e a presença de receptores de membrana cálcio-sensíveis nesses órgãos seja fundamental para essa regulação e para o adequado desenvolvimento esquelético (Chang et al., 2008).

2.2. Importância do fósforo no organismo animal

Descoberto e isolado em 1669 por Brand na Alemanha (Sheve et al., 1997), o fósforo é o elemento químico cujas funções biológicas estão mais bem estabelecidas. É um dos minerais mais versáteis na natureza.

Um dos nutrientes de maior impacto nos custos de formulação de rações para aves e suínos é o fósforo. No entanto, sua importância é comprovada pelas suas inúmeras funções metabólicas, que tornam imprescindível seu suprimento em quantidade adequada nas rações para atender às necessidades do animal (Meneghet, 2009). Entre suas principais funções, está a formação da estrutura óssea, uma vez que 80% do total armazenado no organismo está presente nos ossos (Bertechini, 2006) e, junto com o cálcio, corresponde a 95% da matriz mineral (Gomes et al., 2004).

O fósforo também participa da formação da casca do ovo e de membranas celulares, na composição dos ácidos nucleicos envolvidos no crescimento e na diferenciação celular (Runho et al., 2001). Participa na manutenção do equilíbrio osmótico e eletrolítico, é essencial para utilização e transferência de energia (na forma de ATP – adenosina trifosfato), além de ser necessário para formação dos fosfolipídios, transporte de gorduras e síntese de

aminoácidos e proteínas, e ainda participa no controle do apetite e na eficiência alimentar (Runho et al., 2001). Segundo Shrivastav (2002), a diminuição no consumo de ração quando há deficiência de fósforo na ração é provavelmente consequência da severa redução na síntese e liberação de hormônios de crescimento e hormônios da tireoide, principalmente triiodotironina.

Segundo Pizzolante (2000), o fósforo está envolvido ainda na formação de colágeno e mineralização óssea, aumentando a resistência tênsil do osso e acelerando a cicatrização de fraturas; atua no metabolismo de glicídios e protídeos, é componente de hexafosfatos, lectina, caseína, pepsina, creatinina-fosfato, participa das etapas de fosforilação da glicose, componente do AMPc – adenosina monofosfato cíclico - ativador de coenzimas para o funcionamento de vitamina B, além de função tamponante no líquido intracelular e nos fluidos tubulares dos rins.

2.3. Importância das relações cálcio/fósforo no organismo animal

As respostas aos desajustes nos níveis de cálcio e de fósforo variam individualmente entre as aves. Inadequada relação cálcio/fósforo na ração, pela carência de um ou de outro, pode interferir na disponibilidade desses minerais e ocasionar desequilíbrio na homeostase mineral, além do desenvolvimento inapropriado dos ossos das poedeiras e da formação da casca do ovo com baixa qualidade.

Em situação de restrição de cálcio e de fósforo na ração, aumentam os níveis de mRNA para síntese dos transportadores de membrana (Brown et al., 2005) e diminui o cálcio (Bar et al., 2003) e o fósforo ósseo. De acordo com Nunes (1998), quando o nível de cálcio plasmático é reduzido, as glândulas paratireoides são estimuladas a aumentar a secreção de paratormônio, que promove a desmineralização da matriz mineral óssea, com a liberação de cálcio e do fosfato na forma de cristais de hidroxiapatita. O paratormônio também promove o aumento na reabsorção renal de cálcio e de fósforo e a conversão da forma inativa da vitamina D na sua forma ativa (1,25 dihidroxicolecalciferol). O aumento na síntese da proteína ligadora de cálcio, a

qual promove a absorção intestinal de cálcio, ao mesmo tempo em que a vitamina D ativa, estimula a mobilização óssea de cálcio e de fósforo, estabilizando os níveis sanguíneos desses minerais.

Quando o nível plasmático de cálcio está alto, as células C das glândulas ultimobranquiais das aves são estimuladas a aumentar a secreção de calcitonina, a qual aumenta a entrada do cálcio e do fosfato às células ósseas e diminui o movimento do cálcio e do fósforo ósseo para o plasma (Guyton, 1988). Além disso, aumenta a perda de íons-cálcio e de fosfato na urina (Champe et al., 1996), reduz a absorção intestinal, normalizando o nível de cálcio e de fósforo no sangue (Swenson et al., 1996; Simões, 2005). Nessa regulação endócrina, enquanto o paratormônio e a vitamina D ativa aumentam os níveis de cálcio sanguíneo, a calcitonina os reduz.

Níveis adequados de cálcio na ração e baixa quantidade de fósforo, há mudanças adaptativas no intestino, que aumentam a absorção desse mineral. A redução do nível sérico de fósforo inorgânico, estimula o aumento na produção 1,25 dihidroxicolecalciferol e adaptação do rim, a fim de elevar a reabsorção e compensar o baixo nível dietético (Queiroz, 2008). Nessa situação, também ocorre à tentativa de elevar os níveis plasmáticos de fósforo por meio da desmineralização dos ossos regulada por hormônios. Por outro lado, altos níveis plasmáticos de fósforo resultam em diminuição na absorção de cálcio pelo intestino e na mobilização do cálcio ósseo, uma vez que o fósforo é elemento importante no balanço ácido-básico orgânico (Oderkirk, 1998) e na manutenção dos níveis plasmático de cálcio e de fósforo.

Quando consomem rações com níveis adequados de fósforo, mas com cálcio insuficiente, as aves aumentam a taxa de reabsorção óssea para suprir os requerimentos de cálcio e isso pode resultar na mobilização de grandes quantidades de fosfato ósseo, as quais, presumivelmente, são excretadas na urina (Braithwaite, 1976). Cromwell (1993) afirmou que o baixo consumo de cálcio leva ao aumento da excreção de fósforo e de outros nutrientes à custa do sistema ósseo e do tecido renal. No entanto, altos níveis de cálcio podem alterar a utilização de fósforo, como resultado da alteração da relação cálcio/fósforo (Anderson et al., 1995). A relação cálcio/fósforo limita o aproveitamento de fósforo dietético, enquanto outros minerais antagonistas,

como alumínio e magnésio, também influenciam a absorção de fósforo disponível.

Alto nível de cálcio no intestino, ou seja, alta relação cálcio/fósforo na ração, aumenta o pH intestinal, reduzindo a absorção de fósforo, zinco e manganês (Oderkirk, 1998). O cálcio também interfere na absorção de fósforo, reagindo com o ácido fitico, formando um complexo insolúvel fitato de cálcio no intestino, que precipita e não pode ser hidrolisado pela fitase (Menegheti, 2009). Em rações com baixo e alto teor de cálcio, a degradação do fitato é em torno de 62% e 56%, respectivamente (Van Der Klis et al., 1996). De acordo com Borges (1997), poedeiras alimentadas com baixos níveis de cálcio hidrolisam melhor o fitato em comparação a aves mantidas com altos níveis desse mineral na ração. Segundo Bertechini (2006), sem o nível ideal de cálcio na ração, não há possibilidade de máxima absorção do fósforo.

2.4. Influência dos níveis nutricionais de cálcio e das relações cálcio/fósforo da ração sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de poedeiras

Entre os minerais utilizados em rações para poedeiras, o fósforo é o que tem maior custo e, juntamente com o cálcio, são minerais de grande importância no desempenho produtivo da ave e na qualidade da casca dos ovos, cuja eficiência de utilização desses minerais depende da qualidade da fonte, da quantidade e da relação entre eles, pois são exigidos em níveis específicos pelas aves. Muitos pesquisadores têm reportado a essencialidade do cálcio e do fósforo no desenvolvimento ósseo durante a fase de crescimento da ave, na formação da casca do ovo na fase de postura e ainda na participação nos processos metabólicos (Costa, 2007; Pelícia, 2010; Rezende et al., 2009; Murata et al., 2009).

A avicultura comercial tem perdas econômicas significativas ocasionadas por problemas na qualidade dos ovos. Os parâmetros de qualidade externa são caracterizados pela forma, limpeza e integridade da casca. A perda de ovos, associada à baixa qualidade de casca, aumenta com a

idade. De acordo com Hester (1999), aproximadamente 13,4% dos ovos produzidos por poedeiras comerciais são perdidos decorrentes de alterações na qualidade da casca.

A casca atua como embalagem natural do conteúdo do ovo e como proteção ao embrião, por isso, deve ser suficientemente resistente para suportar os impactos da postura, coleta, classificação e transporte até alcançar o consumidor final (Pelícia et al., 2007). Segundo Prodlove (1996), a casca é constituída por uma armação de substâncias orgânicas (escleroproteína e colágeno) e de minerais (carbonato de cálcio e magnésio). Desses minerais, o carbonato de cálcio corresponde a 95%, e 40% desta molécula é formada por cálcio, o que equivale a cerca de 4% do peso do ovo (Miles, 2000).

Costa et al. (2008), encontraram efeito linear crescente para porcentagem de casca e efeito quadrático para peso de casca (4,3% de cálcio), ao avaliar seis níveis de cálcio (3,0; 3,4; 3,8; 4,2; 4,6 e 5,0%), em rações com 0,375% de fósforo disponível, e obtiveram assim, as relações cálcio/fósforo variando de 8:1 a 13,33:1 para poedeiras semipesadas após o pico de postura. Esses autores, concluíram que a ração deveria conter no mínimo 4,3% de cálcio para um consumo médio de 126g/ave/dia de ração. Entretanto, Murata et al. (2009), em trabalho com poedeiras leves, avaliaram três níveis de cálcio (3,75; 4,15 e 4,55%) combinados com diversas granulometrias do calcário, proporcionando as relações cálcio/fósforo de 8,92:1; 9,88:1 e 10,83:1 na ração e observaram maior produção de ovos no nível estimado de 4,05% de cálcio (4,05g/ave/dia) e maior resistência de casca no nível estimado de 4,06% de cálcio (4,06g/ave/dia), correspondente às relações cálcio/fósforo de 9,64:1 e 9,66:1, respectivamente.

Bar et al. (2002) afirmaram que teores de 3,6 a 4,0% de cálcio na ração são suficientes para boa produção de ovos e maior qualidade da casca em poedeiras semipesadas de 57 a 92 semanas de idade. Rodrigues et al. (2005) recomendaram 3,5% de cálcio (3,85g/ave/dia) em rações para poedeiras leves de segundo ciclo. Em experimento com poedeiras leves de 79 a 106 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/dia, porém recomendaram 3,17 g/ave/dia como nível econômico ótimo.

Rodrigues (1995), estudando níveis de 3,8 e 4,5% de cálcio para poedeiras leves em segundo ciclo de produção, verificou que a produção de ovos foi mais baixa no nível mais alto de cálcio, resultado que atribuiu à redução do consumo alimentar diário. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira (1995), trabalhando com poedeiras leves de segundo ciclo, que observou redução linear no consumo com o aumento nos níveis de cálcio na ração. Essa redução no consumo de ração nos níveis mais altos de cálcio pode estar relacionada a outros fatores, como o nível de magnésio e o aumento do carbonato, que interferem na palatabilidade da ração (Rodrigues et al., 2005). Contudo, Keshavarz et al. (1993) afirmaram que poedeiras podem tolerar níveis relativamente altos de cálcio (mais de 6 g/ave/dia) e não sofrerem prejuízos no desempenho produtivo.

Trabalhos recentes tem mostrado que os níveis cálcio na ração não influenciaram o consumo de ração pelas aves (Safaa et al. (2008); Pelícia et al. (2009); Murata et al. (2009)). Esta semelhança no consumo de ração entre os níveis de cálcio, pode ser explicada pelo fato de que as rações experimentais eram isoenergéticas e, segundo Dell'Isola et al. (2001), as aves regulam seu consumo primariamente de acordo com o nível energético exigido pelo organismo.

Ribeiro et al. (2009), em experimento com poedeiras Hy-Line W36 com 60 semanas de idade, avaliando dois níveis de cálcio (3,8 e 4,02%) e três granulometrias do calcário (100% grossa, 100% fina e 50% de cada) mantendo constante a relação cálcio/fósforo em 10,52:1, não observaram efeitos dos níveis de cálcio sobre o consumo de ração, mas encontraram efeito na postura, e concluíram que a associação de calcário de granulometria grossa e 3,8% de cálcio na ração melhorou o desempenho das poedeiras.

Baixos níveis de fósforo na ração podem afetar o consumo e, segundo Barkley et al. (2004), a redução da ingestão de alimentos é importante mecanismo de combate à carência de fósforo quando as reservas ósseas estão baixas. Baixo consumo reduz a produção de ovos e, conseqüentemente, as exigências de fósforo pelas aves.

Gordon et al. (1997), em trabalho com galinhas Hy-Line no período de 21 a 38 semanas de idade, demonstraram que o nível 0,20% de fósforo disponível (162 mg/ave/dia), foi suficiente para o bom desempenho das

poedeiras. Rostagno et al. (2005) recomendam para poedeiras leves com média 1,600 kg de peso e massa de ovos de 50 g/dia em período produtivo, o consumo de 375 mg/ave/dia de fósforo disponível e 4,02 g/ave/dia de cálcio, o que corresponde à relação cálcio/fósforo 10,72:1.

Marques (2005) recomendou consumo de 375 mg de fósforo disponível e 4,1 g/ave/dia de cálcio para poedeiras leves em produção. No manual da marca comercial (Hy-Line W36, 2009) é recomendado o consumo de 4,35 g/ave/dia de cálcio e de 460 mg/ave/dia fósforo disponível, o que equivale à relação cálcio/fósforo de 9,45:1, para poedeiras leves no período 45 a 58 semanas de idade.

Faria et al. (2000) avaliaram três níveis de sódio e três níveis de fósforo disponível (0,14; 0,24 e 0,34%) para poedeiras Hy-Line W36 com 60 semanas de idade e concluíram que o nível de 0,24% de fósforo disponível (231mg/ave/dia) proporcionou taxas normais de produção. Em experimento com poedeiras leves de segundo ciclo de postura, Rodrigues (1995) concluiu que os níveis de 0,35% de fósforo disponível para a fase inicial e 0,25% para a fase final foram suficientes para o desempenho satisfatório e a qualidade de casca do ovo.

Para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção, Pelícia et al. (2009), em pesquisa com quatro níveis de fósforo (0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%) e quatro de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%), concluíram que os níveis de 4,5% de cálcio (5,61 g/ave/dia) e 0,25% do fósforo dietético (311 mg/ave/dia), correspondentes à relação cálcio/fósforo de 17,2:1, não prejudicaram o desempenho e a qualidade de ovos.

Noebauer (2006) avaliando as relações cálcio/fósforo de 8:1; 11:1 e 14:1, obtidas com os níveis de cálcio de 2,4; 3,2 e 4,2% e o nível de 0,3% de fósforo disponível na ração, para duas linhagens de poedeiras semipesadas no período de 28 a 36 semanas de idade consumindo em média 120g/ave/dia de ração, verificou que as relações cálcio/fósforo de 14:1 é suficiente para otimizar o desempenho das poedeiras.

Em poedeiras Hy-Line W36 com 72 semanas de idade, Borrmann et al. (2001) testaram quatro níveis de fósforo disponível (0,18; 0,24; 0,30 e 0,36%) correspondente às relações cálcio/fósforo de 21,11:1; 15,83:1; 12,66:1 e 10,55:1. Esses autores concluíram que 0,29% de fósforo disponível (relação

cálcio/fósforo 13,10:1) é o nível adequado para as poedeiras, mas destacaram que, conforme aumentam os níveis de fósforo disponível na ração, ou seja, à medida que a relação cálcio/fósforo diminui, piora a qualidade de casca.

Silva et al. (2008) também avaliaram relações cálcio/fósforo (14:1; 12:1; 11:1 e 9:1) e a inclusão de fitase em rações para poedeiras semipesadas no período de 28 a 44 semanas de idade e observaram a melhor massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos nas aves alimentadas com ração contendo relação cálcio/fósforo de 14:1 (4,2% de cálcio e 0,30% de fósforo disponível). Esses autores concluíram que para consumo de ração diário de 110g/ave, rações contendo relação cálcio/fósforo de 14:1 (4,2% de cálcio e 0,3% de fósforo disponível), sem suplementação de fitase, promove desempenho satisfatório das poedeiras.

Lelis et al. (2009), com o objetivo de estudar a exigência nutricional de fósforo disponível para poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade, utilizaram cinco níveis de fósforo disponível (0,23; 0,29; 0,35; 0,41 e 0,47%) combinados com o nível de 4,2% de cálcio nas rações e obtiveram relações cálcio/fósforo variando de 18,26:1 a 8,93:1. Esses autores não encontraram efeito das relações cálcio/fósforo sobre a taxa de postura, o consumo de ração, o peso de ovos, a massa de ovos e a conversão por massa e por dúzia de ovos e concluíram que o nível de 0,23% de fósforo disponível (276 mg/ave/dia) na ração (relação cálcio/fósforo de 18,26:1) foi suficiente para ótimo desempenho das aves.

Araujo et al. (2010), avaliando 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, obtiveram relações cálcio/fósforo de 12,5:1 9,21:1 e 7,29:1. Esses autores não verificaram influência das relações cálcio/fósforo avaliadas sobre os parâmetros produtivo (taxa de postura, o consumo de ração, o peso de ovos, a massa de ovos e a conversão por massa de ovos) e de qualidade de casca (porcentagem e espessura de casca e gravidade específica dos ovos), e concluíram que a relação cálcio/fósforo de 12,5:1 (3,5% de cálcio e 0,28% de fósforo disponível), correspondente ao consumo diário de cálcio de 3,62 g/ave e de fósforo disponível 290 mg/ave, atenderam as exigências das aves.

2.5. Efeito dos níveis de cálcio e das relações cálcio/fósforo na ração sobre as características ósseas das poedeiras

O principal mineral a ser considerado na alimentação de poedeiras é o cálcio, seguido pelo fósforo e pelo balanço entre esses nutrientes (Gonzáles, 1999). Os ossos são componentes estruturais do corpo que servem como reserva de cálcio e de fósforo para as aves. No período de calcificação, o cálcio a ser depositado na casca do ovo pode ter origem dietética e óssea. A mobilização de cálcio do osso ocorre quando o fornecimento desses minerais for inadequado para atender às exigências nutricionais dessas aves (Maggioni, 1996; Julian, 2005; Agrocères Ross, 2006).

A liberação de cálcio do osso é acompanhada pela de fósforo, aumentando significativamente o nível desse mineral na corrente sanguínea, o qual é mais que suficiente para suprir as necessidades da ave, tanto metabólicas quanto para deposição na casca do ovo (Magalhães, 2007).

O papel do fósforo durante a formação da casca do ovo seria, em parte, na redução da acidose sanguínea, pois altos níveis desse mineral no sangue ocasionam aumento da excreção do fosfato pelos rins (Bertecheni, 2006). Nesta eliminação, o fosfato leva íons H^+ , auxiliando na manutenção do nível de bicarbonato e reduzindo a acidose. Contudo, o excesso de fósforo na corrente sanguínea pode prejudicar a liberação de cálcio do osso e a adequada mineralização da casca.

Dessa forma, o benefício de uma ração com baixos níveis de fósforo é a redução do fósforo plasmático. Conseqüentemente, ocorre aumento da concentração do paratormônio, ativando o rim e aumentando a atividade do 1,25 dihidroxicalciferol, o qual induz uma série de efeitos positivos, como a absorção intestinal de cálcio e a reabsorção óssea de cálcio, que promovem aumento da concentração de cálcio no útero para a formação da casca (Ligeiro, 2007). Por outro lado, é necessário avaliar por quanto tempo uma ração com baixo nível de fósforo seria suportada pelas aves sem induzir a osteoporose, considerando também outros fatores, como estresse calórico, comprometimento renal e idade das aves (Scheideler et al., 1994). Assim, a influência da suplementação dietética de cálcio e de fósforo sobre a deposição

e retenção desses minerais é extremamente relevante, uma vez que os ossos são tecidos metabolicamente ativos e multifuncionais.

Almeida Paz et al. (2009), com o objetivo de avaliar o efeito do cálcio dietético sobre a qualidade dos ossos e da casca dos ovos e sobre a produção de ovos de poedeiras, trabalharam com níveis adequados (3,8%) e baixos (1,8%) de cálcio e verificaram que as aves mobilizaram minerais ósseos para a produção de ovos, independentemente do nível de cálcio na ração, e que baixos níveis de cálcio na ração influenciaram a qualidade da casca dos ovos.

Sousa et al. (2009), estudando os efeitos do fornecimento e da granulometria do calcário sobre a densidade óssea de poedeiras comerciais, compararam três níveis de cálcio (3,92; 4,02 e 4,12%), duas granulometrias do calcário (fina e grossa) e dois horários de fornecimento da ração (manhã e tarde), para poedeiras leves de 25 a 49 semanas de idade. Esses autores recomendaram a ração com 4,02% de cálcio no período da manhã, independentemente do nível fornecido à tarde e da granulometria do calcário, para melhorar a densidade óssea em galinhas poedeiras.

Araujo et al. (2010), trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade, avaliando os níveis de 0,28; 0,38 e 0,48% fósforo disponível em rações contendo 3,5% de cálcio, não encontraram efeito das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de matéria mineral, de cálcio e de fósforo nas tíbias das poedeiras.

Em estudo conduzido por Rezende et al. (2009) avaliando a influência de quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40%) com suplementação de fitase sobre as características ósseas de poedeiras leves de 46 a 62 semanas de idade e, também não observaram efeito significativo sobre as características ósseas avaliadas. Entretanto, Boling et al. (2000), avaliaram os níveis de 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 e 0,45% de fósforo disponível e a inclusão de fitase nas rações contendo 3,8% de cálcio e observaram que o nível de 0,15% de fósforo disponível, ou seja, a relação cálcio/fósforo de 25,33:1, sem adição de fitase, provocou redução no teor de cinzas dos ossos e no peso das poedeiras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no período de 25 de maio de 2009 a 21 de setembro de 2009.

Foram utilizadas 324 aves da marca comercial Hy-Line W-36 no período de 42 a 58 semanas de idade em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , composto de três níveis de cálcio e três relações cálcio/fósforo disponível, totalizando nove tratamentos com seis repetições e seis aves por unidade experimental.

As poedeiras foram manejadas conforme descrito no manual da marca comercial (Hy-Line W36, 2009) e alimentadas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005) até entrarem no período experimental com 42 semanas de idade. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria (24 × 8 m) fechado com tela nas laterais e coberto com telhas de barro em duas águas, pé-direito de 1,8 m, composto internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 × 45 × 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares distantes 0,80 m do piso. As aves foram alojadas aos pares nas gaiolas metálicas e tiveram à disposição comedouro e bebedouro do tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas.

O programa de luz adotado foi de 17 horas de luz diárias, com controle por um relógio automático (*timer*), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante a noite e a madrugada, conforme o procedimento adotado pelo setor. A temperatura no galpão foi monitorada uma vez ao dia, às 16 h, por três termômetros de máxima e mínima, distribuídos no interior do galpão, posicionados à altura das aves.

O controle de produção de ovos foi realizado no período de 40 a 42 semanas de idade, de modo a permitir a uniformização da postura das aves.

Em seguida, foi realizada a distribuição das poedeiras, padronizando-as por peso corporal e postura antes da administração das rações experimentais.

Às 42 semanas de idades, as aves com peso inicial de $1,308 \pm 0,03$ passaram a ser alimentadas com as rações experimentais, todas isonutritivas e isoenergéticas, exceto quanto aos níveis de cálcio e de fósforo disponível. As rações (Tabela 1 e 2) foram formuladas com três níveis de cálcio (3,9; 4,2; e 4,5%), obtidos com a suplementação de calcário (50% fino e 50% grosso) e nove níveis de fósforo disponível (0,321; 0,370; 0,419; 0,346; 0,398; 0,451; 0,371; 0,427 e 0,483%), obtidos com a suplementação de fosfato bicálcico (textura média), de forma a proporcionar relações cálcio/fósforo de 12,12; 10,53 e 9,30 dentro de cada nível de cálcio. Os demais nutrientes contidos nas rações atenderam as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2005), sendo que para o cálculo de ração foi estimado o consumo de 95 g/ave/dia.

Foram realizadas análises para determinação dos teores de cálcio e de fósforo do farelo de soja, do milho moído e do fosfato bicálcico, além da granulometria e teor de cálcio dos calcários (Tabela 3).

As rações e água foram mantida à vontade durante todo o período experimental.

O período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em quatro subperíodos, cada um com 28 dias, para avaliação dos seguintes parâmetros:

- **Produção de ovos:** foi computada diariamente (às 16 h) e calculada de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental.

- **Massa de ovos:** foi expressa em gramas por ave por dia (g/ave/dia), multiplicando-se o peso médio dos ovos no período pela taxa de postura do mesmo período.

- **Peso médio dos ovos:** foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos três últimos dias a cada período de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados por unidade experimental.

- **Ganho de peso:** todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental para obtenção do ganho de peso médio, que foi obtido pela diferença entre as duas pesagens.

Tabela 1 - Composição percentual e valor nutricional da ração basal.

Ingredientes	Basal (%)
Milho moído	53,80
Farelo de soja	23,95
Óleo de soja	4,28
Farelo de glúten 60%	4,00
Sal comum	0,56
DL-metionina 99%	0,23
L-lisina HCl 78,4%	0,10
Triptofano 99%	0,02
Premix vitamínico ¹	0,10
Carbonato de potássio	0,03
Premix mineral ²	0,05
Cloreto de colina	0,04
Antioxidante ³	0,01
variável	12,83
Total	100,00
Composição nutricional	
Proteína bruta	17,47
Energia metabolizável	2,90
Lisina digestível	0,84
Metionina + cistina digestível	0,76
Metionina digestível	0,51
Treonina digestível	0,60
Triptofano digestível	0,19
Valina digestível	0,76
Arginina digestível	1,04
Fenilalanina digestível	0,86
Fenilalanina + Tirosina digestível	1,48
Glicina + serina total	1,60
Histidina digestível	0,44
Isoleucina digestível	0,70
Leucina digestível	1,70
Sódio	0,24
Cloro	0,36
Potássio	0,61
Ácido linoléico	3,53

¹ Suplemento vitamínico: vit. A - 8.000.000 UI; vit. D3 - 2.400.000 UI; vit. E - 22.500 mg; vit. B1 - 2.800 mg ; vit. B2 - 7.700 mg; vit. B12 - 18.000 mcg; vit. B6 - 4.500 mg; ácido pantotênico - 13.000.000 mg; vit. K3 - 1.800.00 mg; ácido fólico - 1.300.00 mg ; ácido nicotínico - 31.500 mg ; selênio - 400 mg; antioxidante 0,25 g; e excipiente q. s.p. - 1.000 g.

² Suplementação mineral: manganês - 80,0 g; ferro - 80,0 g; zinco - 50,0 g; cobre - 10,0 g; cobalto - 2,0 g; iodo - 1,0 g; e excipiente q. s. p. – 500 g.

³ Butil-hidróxi-tolueno – BHT.

Tabela 2 - Composição percentual e valor nutricional das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de cálcio / relação cálcio/fósforo								
	3,9/12,12	3,9/10,53	3,9/9,30	4,2/12,12	4,2/10,53	4,2/9,30	4,5/12,12	4,5/10,53	4,5/9,30
Basal	87,17	87,17	87,17	87,17	87,17	87,17	87,17	87,17	87,17
Calcário	9,16	9,01	8,86	9,90	9,73	9,57	10,63	10,46	10,28
Fosfato bicálcico	1,19	1,44	1,70	1,33	1,60	1,88	1,47	1,76	2,05
Areia lavada total	2,48	2,38	2,27	1,61	1,50	1,39	0,74	0,62	0,50
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição									
Cálcio	3,90	3,90	3,90	4,20	4,20	4,20	4,50	4,50	4,50
Fósforo disponível	0,32	0,37	0,42	0,35	0,40	0,45	0,37	0,43	0,48
Relação cálcio/fósforo	12,12	12,12	12,12	10,53	10,53	10,53	9,30	9,30	9,30

Tabela 3 - Composição percentual de cálcio e de fósforo nos diferentes ingredientes.

Ingredientes	Cálcio (%)	Fósforo (%)
Farelo de soja	0,24	0,18
Milho moído	0,03	0,08
Fosfato bicálcico	23,26	19,21
Calcário fino	38,66	-
Calcário grosso	38,19	-

- **Consumo de ração:** foi determinado ao término de cada período de 28 dias, por meio da divisão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por dia. Na ocorrência de mortalidade no grupo, foi descontado o consumo médio de cada ave morta para obtenção do consumo médio corrigido.

- **Conversão alimentar:** foi calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dz) e pela massa de ovos (kg/kg) a cada período de 28 dias.

- **Porcentagem dos componentes dos ovos:** foram coletados dois ovos por dia de cada repetição durante os três últimos dias a cada período de 28 dias. Obteve-se primeiramente o peso total dos ovos e, em seguida, procedeu-se à quebra para pesagem da gema e da casca. Na separação dos componentes dos ovos (gema, albúmen e casca), utilizou-se um separador de

gemas convencional. As cascas foram lavadas, deixadas a secar ao ar e pesadas em seguida. O peso de albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo menos o peso da casca e da gema. A gema e o albúmen foram determinados em porcentagem e a casca em porcentagem e em gramas.

- **Espessura da casca:** a espessura média da casca foi determinada pela medição de cada casca obtida na avaliação da porcentagem dos componentes do ovo, mencionada anteriormente. As espessuras foram mensuradas incluindo as membranas. A espessura média de cada ovo foi resultante da média de três leituras tomadas em três pontos distintos na região equatorial da mesma casca utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (0,01 - 150,00 mm). As leituras foram realizadas sempre pela mesma pessoa, a fim de reduzir o erro experimental.

- **Gravidade específica dos ovos:** nos dias 23, 24 e 25 de cada subperíodo, todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade de 1,055 a 1,100 g/cm³, a intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas. A densidade das soluções foi medida por meio de densímetro.

- **Ovos perdidos:** foram computados todos os ovos trincados, de casca fina e sem casca. A relação de ovos perdidos e o total de ovos produzidos no experimento foram apresentados em porcentagem para cada um dos níveis de cálcio e das relações cálcio/fósforo avaliadas.

- **Mortalidade:** a mortalidade por unidade experimental foi registrada diariamente e computada para cada subperíodo avaliado.

- **Teores de matéria mineral na casca de ovo:** após as mensurações de espessura, as cascas dos ovos foram agrupadas por tratamento e por subperíodo, moídas e armazenadas para análises laboratoriais. Para determinação da matéria seca, as cascas foram secas em estufa a 105°C por 16 horas e, para determinação da matéria mineral, foram queimadas a 600°C por 4 horas. A matéria mineral foi determinada em porcentagem da matéria seca da casca do ovo.

- **Teores de cálcio e de fósforo na casca de ovo:** as análises para determinação dos teores de cálcio e de fósforo foram realizadas por via úmida. O cálcio foi determinado por espectrometria de absorção atômica e o fósforo por colorimetria, conforme metodologia descrita por Silva et al. (2002). Os

teores de cálcio e de fósforo foram expressos em grama e em porcentagem na matéria seca da casca.

- **Teores de matéria mineral na tíbia:** ao final do experimento, 108 aves com 58 semanas de idade (duas por repetição de cada tratamento) foram abatidas por deslocamento cervical para retirada das tíbias. As tíbias foram identificadas por tratamento e repetição e armazenadas em *freezer*. Depois, as tíbias direitas foram pesadas e pré-desengorduradas por 4 horas e, em seguida, levadas à estufa de ventilação forçada, onde permaneceram por 72 horas, para eliminação total do éter. Depois, as tíbias foram novamente pesadas, prensadas, trituradas em moinho de bola e acondicionadas para as análises laboratoriais. Para determinação da matéria seca, as tíbias foram secas em estufa a 105°C por 16 horas e, para determinação da matéria mineral, foram queimadas a 600°C por 4 horas. A matéria mineral foi determinada em porcentagem da matéria seca da tíbia.

- **Teores de cálcio e de fósforo na tíbia:** a solução mineral foi preparada conforme metodologia descrita por Silva et al. (2002) aplicando 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 cálcio e de fósforo foram expressos em gramas e em porcentagem na matéria seca da tíbia.

- **Balanco de cálcio/fósforo:** ao final do ciclo experimental (poedeiras com 58 semanas de idade), a ração do balde e do comedouro foi pesada e fornecida durante cinco dias. Ao final desse período, as sobras dos comedouros e 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, sob as gaiolas de três repetições de cada tratamento, foram colocadas bandejas metálicas revestidas com plástico para permitir a coleta das excretas, que foi realizada diariamente. 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, pesado, homogenizado 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. Depois, foram pesadas, moídas 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 600°C por 4 horas.

A solução mineral foi preparada conforme metodologia descrita por Silva et al. (2002) 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 fósforo.

Os resultados encontrados foram submetidas à análise da variância e comparadas pelo teste F ($P < 0,05$). Na ausência de interação, as exigências de cálcio e da relação cálcio/fósforo foram obtidas por regressão a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Statistical Analysis System (SAS), versão 9.2 para Windows.

As variáveis foram analisadas segundo o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + Ca_i + Rel_j + CaRel_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = observação k da unidade experimental submetida aos tratamentos Ca_i e Rel_j ;

μ = constante geral;

Ca_i = efeito dos níveis de cálcio (3,9; 4,2; 4,5);

Rel_j = efeito das relações cálcio/fósforo disponível (12,12; 10,53; 9,30);

$CaRel_{ij}$ = efeito da interação níveis de cálcio × relações cálcio/fósforo disponível;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperaturas mínima e máxima no interior do galpão durante o experimento foram de 15 e 27°C, caracterizando que as aves estavam na faixa de termoneutralidade para poedeiras no período de produção, que é de 15 a 28°C, segundo Ferreira (2005).

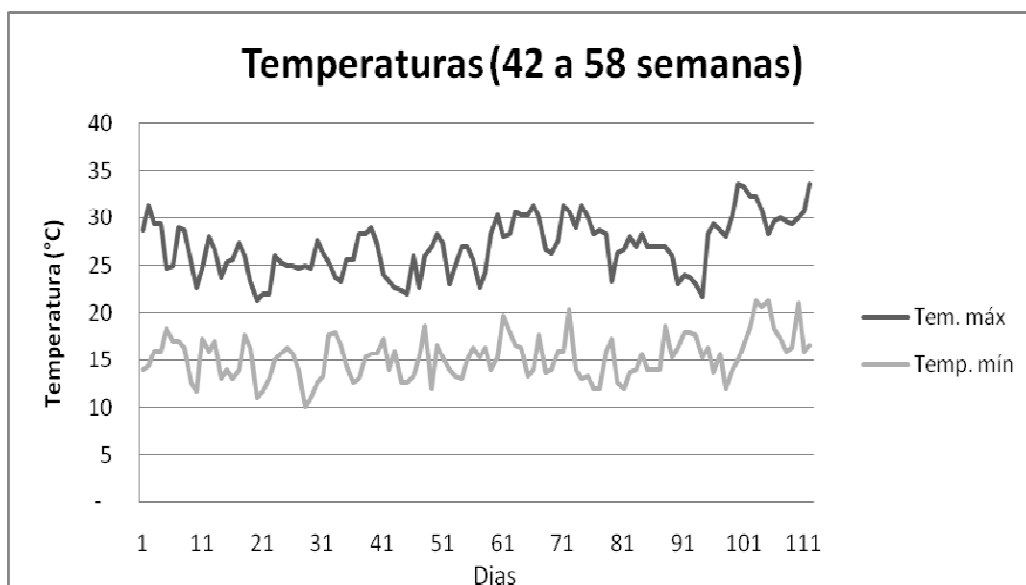


Figura 1 - Variação da temperaturas durante o período experimental.

Não houve efeito significativo da interação ($P>0,05$) entre os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo estudadas para nenhum das variáveis avaliados.

Os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo não influenciaram ($P>0,05$) a taxa de mortalidade, que apresentou distribuição uniformemente entre os tratamentos e foi considerada normal, uma vez que alcançou o nível de 2,47%, valor este, inferior ao estipulado como normal (3,33%) pelo manual da marca comercial (Hy-Line W36, 2009).

4.1. Desempenho produtivo

Não se verificou efeito ($P>0,05$) dos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo sobre o desempenho produtivo das poedeiras (Tabela 4).

Com relação ao consumo de ração, resultados semelhantes foram encontrados por Lelis et al. (2009) avaliando cinco níveis de fósforo disponível (0,23; 0,29; 0,35; 0,41 e 0,47%) e um de cálcio (4,2%) nas rações (relações

Tabela 4 - Desempenho produtivo das poedeiras de 42 a 58 semanas de idade nos diferentes tratamentos.

Variáveis	Níveis de cálcio (%)				Relação cálcio/fósforo				
	3,9	4,2	4,5	Efeito	12,12:1	10,53:1	9,30:1	Efeito CV (%)	
CR (g/ave/dia)	90,26	90,53	89,64	ns	90,08	90,25	90,10	ns	2,40
Postura (%)	84,57	84,19	84,87	ns	85,56	84,35	83,72	ns	3,87
Peso Ovo (g)	60,15	60,38	59,97	ns	60,00	60,26	60,24	ns	2,66
MO (g/ave/dia)	50,60	50,06	50,47	ns	51,08	50,16	49,89	ns	4,18
GP (g/ave)	26	39	35	ns	25	31	44	ns	36,25
CADZ (Kg/dz)	1,29	1,31	1,28	ns	1,27	1,30	1,30	ns	4,65
CAMO (kg/kg)	1,78	1,81	1,78	ns	1,76	1,80	1,81	ns	4,02

ns – não significativo ($P>0,05$) ; CV - coeficiente de variação.

MO - massa de ovo; GP - ganho de peso; CR - consumo de ração; CADZ - conversão alimentar/dúzia de ovos; CAMO - conversão alimentar/massa de ovos.

cálcio/fósforo de 18,26:1 a 8,93:1) para poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade e também não encontraram efeito das relações cálcio/fósforo sobre o consumo de ração pelas aves. Da mesma forma, Noebauer (2006) estudando relação cálcio/fósforo de 8:1; 11:1 e 14:1 para poedeiras semipesadas no período de 28 a 36 semanas de idade, também não observou efeito das relações cálcio/fósforo, sobre o consumo de ração pelas aves.

Neste mesmo sentido, Murata et al. (2009) avaliando três níveis de cálcio (3,75; 4,15 e 4,55%) para poedeiras Hy-Line W36 com 57 semanas de idade, não encontraram efeito significativo dos níveis de cálcio sobre o consumo de ração. Entretanto, em estudo conduzido com poedeiras semipesadas de segundo ciclo de postura, Silva et al. (2008) constataram que quando o nível de cálcio passou de 3,5 para 4,2% e o de fósforo disponível

passou de 0,30 para 0,38%, ou seja, baixas relações cálcio/fósforo prejudicou o consumo das poedeiras.

Apesar de não ter sido influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio nem pelas relações cálcio/fósforo, observou-se que na menor relação cálcio/fósforo (9,30:1), a taxa de postura foi 2,15 pontos percentuais inferior à obtida com a relação cálcio/fósforo de 12,12:1. Em experimento com poedeiras semipesadas no período de 28 a 44 semanas de idade para avaliar relações cálcio/fósforo de 9:1; 12:1 e 14:1 Silva et al. (2008) observaram que o aumento da relação de 9:1 para 14:1 melhorou de forma linear a produção de ovos. No entanto, Araujo et al. (2010) estudando os níveis fósforo disponível de 0,28 a 0,48%, correspondente as relações cálcio/fósforo de 12,5:1; 9,21:1 e 7,29:1, também não observaram diferenças na produção de ovos de poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade. Resultados semelhantes foram observados por Noebauer (2006), avaliando as relações cálcio/fósforo de 8:1; 11:1 e 14:1 para poedeiras semipesadas no período de 28 a 36 semanas de idade, e por Costa et al. (2004), em pesquisa com os níveis fósforo disponível de 0,375; 0,305 e 0,235%, e 4,2% de cálcio (relações cálcio/fósforo de 11,2:1; 13,77:1 e 17,87) para poedeiras semipesadas com idade inicial de 40 semanas, e também não encontraram efeito significativo das relações cálcio/fósforo sobre a taxa de postura.

De forma similar aos resultados encontrados, Castillo et al. (2004) avaliaram os níveis de 2,96; 3,22; 3,83; 4,31 e 4,82% de cálcio para poedeiras leves durante três fase (23 a 38; 39 a 54; e 55 a 70 semanas de idade) e não verificaram diferença ($P>0,05$) na produção de ovos entre os níveis de cálcio dentro de cada fase. Por outro lado, Murata et al. (2009), em pesquisa com poedeiras leves com 57 semanas de idade, estudaram três níveis de cálcio (3,75; 4,15 e 4,55%) e registraram maior produção de ovos no nível estimado de 4,05% de cálcio.

Com relação ao peso médio dos ovos e massa de ovos, resultado semelhante foi encontrado por Costa et al. (2008) em pesquisa com poedeiras semipesadas no período pós-pico de postura alimentadas com rações formuladas com 3,0; 3,4; 3,8; 4,2; 4,6 e 5,0% de cálcio. Esses autores não constataram diferença significativa no peso dos ovos e massa dos ovos entre os níveis de cálcio testados, assim como Araujo (2010), em trabalho com níveis

de 0,28; 0,38 e 0,48% de fósforo disponível em rações contendo 3,5% de cálcio para poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade e Pelícia et al. (2009) avaliando quatro níveis de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%) em combinação a quatro níveis de fósforo disponível (0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%) para poedeiras semipesadas de segundo ciclo de produção. Resultado diferente foi encontrado, no entanto, por Silva et al. (2008), que obtiveram maior peso de ovos com a relação 9:1 (3,5% cálcio e 0,38% fósforo disponível) e menor peso e com a relação 12:1 (3,5% cálcio e 0,30% fósforo disponível), e melhor massa de ovos com a relação cálcio/fósforo 14:1 (4,2% cálcio e 0,30% fósforo disponível) e pior com a relação cálcio/fósforo de 12:1, em poedeiras semipesadas no período de 28 a 44 semanas de idade.

O resultado encontrado para ganho de peso está coerente com Snow et al. (2005) trabalhando com dois níveis de fósforo disponível (0,14 e 0,45%) em rações com 3,8% de cálcio, para duas diferentes linhagem de poedeiras leves no período de 20 a 50 semanas de idade, e também não constataram diferença no ganho de peso das linhagem em função dos níveis de fósforo disponível na ração. Em estudo com diferentes níveis de cálcio (3,5 e 4,0%) Safaa et al. (2008), também não encontraram diferenças no ganho de peso das poedeiras semipesadas de 58 semanas de idade em função dos níveis de cálcio.

De forma similar aos resultados encontrados para conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, Lelis et al. (2009) em pesquisa com poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade alimentadas com rações com diferentes níveis de fósforo disponível (0,23; 0,29; 0,35; 0,41 e 0,47%) e 4,2% de cálcio, correspondente as relações cálcio/fósforo variando de 18,26:1 a 8,93:1, não encontraram efeito das rações sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos. Em estudo conduzido por Noebauer (2006), para avaliar três relações cálcio/fósforo (8:1; 11:1 e 14:1) para duas linhagens de poedeiras semipesadas no período de 28 a 36 semanas de idade, também não encontrou diferença significativa na conversão alimentar por massa de ovos atribuída às relações cálcio/fósforo estudadas. Todavia, Da Silva et al. (2004), trabalhando com poedeiras semipesadas a partir de 28 semana de idade, obtiveram a melhor conversão por massa de ovos com a relação cálcio/fósforo 14:1 (4,2% cálcio e 0,3% fósforo disponível) e a pior, com a relação 11,6:1 (3,5% cálcio e 0,3% fósforo disponível).

De forma semelhante Pelícia et al. (2009b), que estudando os níveis de cálcio de 3,0; 3,75 e 4,5% para poedeiras semipesadas no período de 59 a 70 semanas de idade e não observaram efeito significativo destes níveis sobre a conversão por massa e por dúzia de ovos. Entretanto, Vieira (2009) avaliando três níveis de cálcio (2,8; 3,3 e 3,8%), com inclusão de fitase e de ácidos orgânicos, para poedeiras semipesadas com 40 semanas de idade e constatou influência apenas dos níveis de cálcio sobre a conversão por massa e por dúzia de ovos, que foi melhor no nível de 3,3% de cálcio.

4.2. Qualidade de casca

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo no período de 42 a 58 semanas de idade das aves, sobre os parâmetros de qualidade de ovo analisados (Tabela 5).

Resultados semelhantes, quanto à porcentagem de gema e de albúmen, foram obtidos por Pelícia et al. (2009), que não encontraram efeito significativo dos níveis de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%) e de fósforo disponível (0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%) sobre o percentual de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas de segundo ciclo. De forma consistente com esses resultados, Costa et al. (2004) e Costa et al (2008), também não observaram influência dos níveis de fósforo e de cálcio, respectivamente, sobre o percentual de gema dos ovos de poedeiras semipesadas pós-pico de postura. Entretanto, Costa et al. (2008) observaram efeito linear decrescente dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de albúmen de ovos, ao avaliar os níveis de cálcio de 3,0; 3,4; 3,8; 4,2; 4,6 e 5,0% para poedeiras semipesadas no período pós-pico de postura.

Considerando os níveis de cálcio, os resultados encontrados para o peso e a porcentagem de casca foram semelhantes aos verificados por Murata et al. (2009) que não observaram efeito dos níveis de cálcio (3,75; 4,15 e 4,55%) sobre o peso de casca e a porcentagem de casca dos ovos de poedeiras leves com 57 semanas de idade; Nunes et al. (2006), que não

Tabela 5 - Qualidade de ovo das poedeiras de 42 a 58 semanas de idade nos diferentes tratamentos.

Variáveis	Níveis de cálcio (%)				Relação cálcio/fósforo				CV(%)
	3,9	4,2	4,5	Efeito	12,12:1	10,53:1	9,30:1	Efeito	
Gema (%)	26,70	26,49	26,44	ns	26,40	26,45	26,78	ns	3,06
Albúmen (%)	64,88	64,20	64,41	ns	64,58	64,50	64,40	ns	2,30
Casca (g)	5,69	5,68	5,70	ns	5,68	5,71	5,67	ns	3,84
Casca (%)	9,46	9,41	9,51	ns	9,48	9,49	9,42	ns	3,12
EC (mm)	0,28	0,27	0,27	ns	0,27	0,27	0,27	ns	4,77
GE (g/cm ³)	1,09	1,09	1,09	ns	1,09	1,09	1,09	ns	0,79
MC (%)	91,82	92,27	92,67	ns	92,43	92,33	92,00	ns	1,63
MC (g)	31,18	30,94	31,36	ns	31,04	31,30	31,15	ns	4,15
CaC (%)	29,46	29,46	29,42	ns	29,42	29,07	29,84	ns	6,64
CaC (g)	1,64	1,67	1,68	ns	1,65	1,67	1,67	ns	5,92
PC (%)	0,093	0,093	0,091	ns	0,091	0,092	0,093	ns	7,66
PC (mg)	5,2	5,1	5,0	ns	5,0	5,2	5,2	ns	9,14
OP (%)	0,75	1,10	0,95	ns	0,67	1,16	0,93	ns	88,44

ns – não significativo ($P>0,05$); CV - coeficiente de variação.

EC - Espessura de casca; GE - gravidade específica; MC - matéria mineral na casca; CaC - cálcio na casca; PC - fósforo na casca; OP - ovos perdidos.

notaram efeito dos níveis de cálcio sobre o peso de casca de poedeiras semipesadas em início de postura; e Vieira (2009) e Linchovnicova (2007), que também não observaram efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de casca de poedeiras semipesadas com idade inicial de 40 semanas e poedeiras comerciais pós-pico de postura, respectivamente. Resultado diferente foi encontrado por Safaa et al. (2008) que relataram aumento significativo ($P<0,05$) da porcentagem de casca em experimento com níveis de cálcio (3,5 e 4,0%) mantendo a relação cálcio/fósforo de 12:1 para poedeiras semipesadas no período de 58 a 73 semanas de idade.

Considerando a relação cálcio/fósforo os resultados encontrados para porcentagem de casca está coerente com Araujo et al. (2010), ao avaliar os níveis de 0,28; 0,38 e 0,48% de fósforo disponível em ração com 3,5% de cálcio (relações cálcio/fósforo de 12,5:1; 9,21:1 e 7,29:1) e não observaram efeito das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de casca dos ovos de poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade. Da mesma forma, Costa et al. (2004) estudando os níveis de 0,375; 0,305 e 0,235% de fósforo disponível com 4,2% de cálcio (relações cálcio/fósforo de 11,2:1;

13,77:1 e 17,87:1) e não observaram efeito das relações cálcio/fósforo sobre o peso e a porcentagem de casca dos ovos de poedeiras semipesadas com 40 semanas de idade. Por outro lado, Faria et al. (2000), trabalhando com rações contendo 0,14; 0,24; 0,34 e 0,44% de fósforo disponível e 4,0% de cálcio para poedeiras Hy-Line W36 com 60 semanas de idade durante oito períodos de sete dias cada, constataram maior porcentagem de casca na relação cálcio/fósforo de 28,57:1, ou seja, no nível de 0,14% de fósforo disponível no sexto período de estudo.

Quanto os resultados para espessura de casca e gravidade específica dos ovos em função dos níveis de cálcio, Murata et al. (2009) ao avaliar os níveis de cálcio de 3,75; 4,15 e 4,55% em rações para poedeiras leves com 57 semanas de idade, também não observaram influência dos níveis de cálcio sobre a gravidade específica. Por outro lado, Safaa et al. (2008), em experimento com poedeiras semipesadas no período de 58 a 73 semanas de idade submetidas a diferentes níveis de cálcio (3,5 e 4,0%), mantendo a relação cálcio/fósforo de 12:1 verificaram que a espessura de casca e a gravidade específica dos ovos aumentaram ($P < 0,05$) de acordo com níveis de cálcio na ração.

Considerando a relação cálcio/fósforo, os resultados obtidos neste estudo para a espessura de casca e gravidade específica dos ovos foram similares aos encontrados por Araujo et al. (2010), trabalhando com os níveis de 0,28; 0,38 e 0,48% de fósforo disponível para poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade; Pelícia et al. (2009) avaliando os níveis de fósforo disponível (0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%) para poedeiras semipesadas de segundo ciclo; e Faria et al. (2000) estudando os níveis de 0,35; 0,45 e 0,55% de fósforo disponível para poedeiras leves com 60 semanas, não encontraram diferença ($P > 0,05$) na espessura de casca e na gravidade específica dos ovos entre os níveis de fósforo disponíveis estudados.

Da mesma forma, Sohail et al. (2002) estudando dois níveis de cálcio (3,0 e 4,0%) e quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40%) não observaram influência ($P < 0,05$) dos níveis de fósforo, e das relações cálcio/fósforo dentro de cada nível de cálcio sobre a gravidade específica de ovos de poedeiras leves no período de 45 a 53 semanas de idade. Sakomura et al. (1995) também não observaram efeito sobre a espessura da

casca, ao estudaram seis níveis de fósforo disponível (0,14; 0,20; 0,26; 0,32; 0,38 e 0,44%) para poedeiras leves no período de 31 a 63 semanas de idade.

Com relação à porcentagem e o peso da matéria mineral de casca, resultado semelhante foi encontrado por Nunes et al. (2006) para a porcentagem de matéria mineral nas cascas dos ovos de poedeiras semipesadas em início de postura, que não foi influenciada pelos níveis de cálcio nas rações.

A porcentagem e o valor absoluto de fósforo e de cálcio na casca dos ovos não foram influenciadas pelos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo da ração, mesmo com a utilização de rações com nível de cálcio e relação cálcio/fósforo, de 3,9% e 12,12:1, respectivamente, diferente do recomendado por Rostagno et al. (2005), como sendo 4,02% de cálcio e relação cálcio/fósforo de 10,72:1, para o consumo de 100 g/ave/dia. Barkley et al. (2004) avaliaram níveis de fósforo disponível (0,22 e 0,11%), com suplementação de fitase em rações com 3,8% de cálcio para poedeiras semipesadas nas fases de 19 a 25 semanas e de 25 a 28 semanas de idade e também, não encontraram diferença ($P>0,05$) no teor de cálcio, em grama, e de fósforo, em miligrama, na casca do ovo entre os níveis de fósforo disponível, sem suplementação de fitase, nas duas fases estudadas.

Os resultados obtidos para cálcio na casca em função dos níveis de cálcio na ração, reforçam a afirmação de Roland et al. (1975) de que a deposição de cálcio na casca é constante ou aumenta insignificativamente com o aumento dos níveis de cálcio na ração, pois o excesso de cálcio dietético passa ao longo do trato digestivo sem ser absorvido. Vieira (2009), avaliando os níveis de cálcio de 2,8; 3,3 e 3,8% para poedeiras semipesadas com 40 semanas de idade, constatou que os níveis de cálcio também não influenciaram ($P>0,05$) a deposição de cálcio na casca do ovo, em gramas, assim como os resultados obtidos por Lichovnicova (2007) com poedeiras comerciais pós-pico de postura, porém a eficiência de deposição de cálcio na casca reduziu com o aumento do cálcio na ração. Abdallah et al. (1993), no entanto, em pesquisa com poedeiras alimentadas com rações com diferentes níveis de cálcio (1,7 a 3,9%), verificaram maior deposição desses minerais na casca dos ovos quando aumentaram os níveis de cálcio na ração das aves.

De forma similar os resultados encontrados para o percentual de ovos perdidos (trincados, casca fina e sem casca), Murata et al. (2009) também não encontraram influência ($P>0,05$) dos níveis de cálcio na porcentagem de ovos perdidos quando estudaram os níveis de 3,75; 4,15 e 4,55% de cálcio para poedeira leves a partir da 57 semanas de idade. Em pesquisa com quatro níveis de fósforo (0,25; 0,30; 0,35 e 0,40%) e quatro de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%) para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção, Pelícia et al. (2009) também não verificaram diferenças estatísticas significativas ($p>0,05$) do nível de cálcio e de fósforo sobre a porcentagem de ovos perdidos.

4.3. Características ósseas

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo sobre as características ósseas de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade, alimentadas com rações contendo diferentes níveis de cálcio e relações cálcio/fósforo (Tabela 6).

Tabela 6 – Características de osso das poedeiras de 42 a 58 semanas de idade nos diferentes tratamentos.

Variáveis	Níveis de cálcio (%)				Relação cálcio/fósforo				
	3,9	4,2	4,5	Efeito	12,12:1	10,53:1	9,30:1	Efeito	CV(%)
Tíbia (g)	5,72	5,59	5,68	ns	5,72	5,62	5,65	ns	8,17
MT (%)	46,11	45,12	45,44	ns	45,69	45,15	45,83	ns	5,52
MT (g)	2,64	2,53	2,59	ns	2,62	2,54	2,59	ns	13,00
CaT (%)	13,64	13,25	13,46	ns	13,34	13,47	13,54	ns	11,50
CaT (g)	0,95	0,92	0,95	ns	0,94	0,94	0,94	ns	13,61
PT (%)	8,16	8,35	8,39	ns	8,15	8,38	8,37	ns	13,34
PT (g)	0,57	0,58	0,59	ns	0,57	0,58	0,58	ns	14,67

ns – não significativo ($P>0,05$); CV - coeficiente de variação.

MT - matéria mineral na tíbia; CaT - cálcio na tíbia; PT - fósforo na tíbia.

Resultados semelhantes, quanto o peso da tíbia foi encontrado por Safaa et al. (2008), avaliando níveis de cálcio (3,5 e 4,0%) para poedeiras semipesadas no período de 58 a 73 semanas de idade e não constataram

diferença significativa no peso da tíbia. Em trabalho com poedeiras leves no período de 46 a 62 semanas de idade, Rezende et al. (2009) testaram diferentes relações cálcio/fósforo, com quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40%), 4,02% de cálcio, e não encontraram efeito das relações cálcio/fósforo sobre o peso da tíbia.

Com relação o teor de matéria mineral da tíbia em função dos níveis de cálcio, resultados similares foram descritos por Rama-Rao et al. (2003), em estudo com seis níveis de cálcio (3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,25 e 4,5%) para poedeiras leves no período de 28 a 48 semanas de idade, que observaram que o teor de matéria mineral da tíbia não foi afetado pelos níveis de cálcio da ração. Do mesmo modo, Araujo et al. (2010) avaliando 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 encontram influência das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de matéria mineral nas tíbias das poedeiras.

Resultados semelhantes ao teor de matéria mineral da tíbia em função das relações cálcio/fósforo, foram encontrados por Ceylan et al. (2003) estudando cinco níveis de fósforo disponível (0,40; 0,35; 0,30; 0,25 e 0,20% + fitase) em rações contendo 3,8% de cálcio para poedeiras leves no período de 20 a 40 semanas de idade e, assim como Sohail et al. (2002), que também estudaram níveis de fósforo disponível de 0,10 a 0,70%, variando 0,05 entre as rações com 4,0% de cálcio para poedeiras leves no período de 45 a 53 semanas de idade, não encontraram diferença no conteúdo de matéria mineral na tíbia das poedeiras, ocasionada pelas relações cálcio/fósforo. Entretanto, Noebauer (2006) constatou efeito significativo das relações cálcio/fósforo na porcentagem de matéria mineral na tíbia de poedeiras semipesadas no período de 28 a 36 semanas de idade. Esse autor verificou que a menor relação cálcio/fósforo de 8:1 resultou na menor porcentagem de matéria mineral na tíbia.

Os resultados encontrados para peso de tíbia e os teores de matéria mineral de tíbia, evidenciaram que matéria mineral e conseqüentemente o peso de tíbia não constituíram em ferramentas sensíveis para avaliar a nutrição de cálcio e de fósforo para poedeiras.

Apesar dos resultados encontrados para 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 (Schreiweis et al., 2003; Almeida Paz, 2009). Então, considerando os resultados obtidos, é possível afirmar que o menor nível de cálcio foi suficiente para atender à exigência das poedeiras, uma vez que a mobilização de cálcio do osso para manter a qualidade da casca de ovos não foi significativa ($P>0,05$). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Pelícia et al. (2010) que não observaram influência dos níveis de cálcio (3,0; 3,75 e 4,5%) sobre o percentual de cálcio na tíbia, e por Safaa et al. (2008) que também não verificaram efeito dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de cálcio e de fósforo no osso, embora esses autores tenham trabalhado com poedeiras semipesadas no período de 59 a 70 e 58 a 73 semanas de idade, respectivamente.

Considerando as relações cálcio/fósforo os resultados obtidos neste estudo foram similares aos resultados encontrados por Rezende et al. (2009) que avaliando as características ósseas de aves submetidas a quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40) em rações com 4,02% de cálcio, não verificaram variação significativa nas características ósseas de poedeiras leves pós-pico de postura. Em estudo posterior, Araujo et al. (2010) avaliando os níveis de 0,28; 0,38 e 0,48% de fósforo disponível, em rações contendo 3,5% de cálcio, para poedeiras semipesadas no período de 24 a 58 semanas de idade, também não encontraram influência das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de cálcio e de fósforo na tíbia da aves.

Em contrapartida Noebauer (2006), avaliando relações cálcio/fósforo (8:1, 11:1 e 14:1) e suplementação de fitase para duas linhagens de poedeiras semipesadas no período de 28 a 36 semanas de idade e verificou que as aves alimentadas com a ração com maior relação cálcio/fósforo (14:1), sem suplementação de fitase, depositaram maiores porcentagens de cálcio e de fósforo nas tíbias. De forma similar, Barkley et al. (2004) avaliaram níveis de fósforo disponível (0,22 e 0,11%) com suplementação de fitase em rações contendo 3,8% de cálcio para poedeiras semipesadas nas fases de 19 a 25 e de 25 a 28 semanas de idade, observaram que houve interação da primeira fase com a segunda. As aves que receberam o nível recomendável (0,22%) na

primeira fase e foram submetidas à maior relação cálcio/fósforo, nível mais baixo (0,11%) sem fitase, na segunda fase apresentaram menores valores de cálcio e de fósforo na tíbia.

4.4. Balanço de cálcio/fósforo

Foi observado efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de cálcio na ração sobre a porcentagem e valor absoluto de matéria mineral nas excretas ($\hat{Y} = 29,8291 + 1,13277NCA$, $r^2 = 0,96$; $\hat{Y} = 5,377681 + 0,525966 NCA$, $r^2 = 0,97$, respectivamente) e sobre os teores de cálcio nas excretas, tanto em porcentagem como em gramas ($\hat{Y} = 30,2047 + 3,04484NCA$, $r^2 = 0,91$; $\hat{Y} = 0,99794 + 0,186126NCA$, $r^2 = 0,98$, respectivamente) (Tabela 7). Desse modo, conforme aumentaram os níveis de cálcio na ração, elevou a porcentagem de matéria mineral e os teores de cálcio nas excretas, em porcentagem e em valor absoluto, o que indica correlação positiva entre a concentração desse mineral na ração e o aumento do cálcio nas excretas e, conseqüentemente, no aumento da matéria mineral nas excretas. Isso ocorre porque a ave retém apenas a quantidade necessária e elimina o excesso nas excretas.

Resultados similares foram observados por Vieira (2009), avaliando os níveis de cálcio de 2,8; 3,3 e 3,8% na ração de poedeiras semipesadas a partir da 40 semanas de idade, e por Pelícia (2009b), em experimento com os níveis de 3,0; 3,5; 4,0 e 4,5% de cálcio para poedeiras semipesadas no período de 59 a 70 semanas de idade. Esses autores verificaram aumento na excreção de cálcio, em valor absoluto e em porcentagem, respectivamente, e atribuíram esse resultado à concentração de cálcio na ração.

As relações cálcio/fósforo não influenciaram os teores de matéria mineral e de cálcio, em porcentagem e em valor absoluto, nas excretas. Resultado semelhante foi obtido por Barkley et al. (2004) estudando níveis de fósforo disponível (0,22 e 0,11%) com suplementação de fitase em rações contendo 3,8% de cálcio para poedeiras semipesadas nas fases de 19 a 25 e de 25 a 28 semanas de idade e também, não verificaram influência das relações cálcio/fósforo, sem fitase, sobre o teor de cálcio na excreta.

Tabela 7 – Concentração da matéria mineral na excreta e balanço de cálcio/fósforo pelas poedeiras de 42 a 58 semanas de idade nos diferentes tratamentos.

Variáveis	Níveis de cálcio (%)				Relação cálcio/fósforo				
	3,9	4,2	4,5	Efeito	12,12:1	10,53:1	9,30:1	Efeito	CV(%)
ME (%)	30,82	32,37	33,08	L*	32,02	32,25	32,00	ns	6,89
ME (g/ave/dia)	5,95	6,32	7,00	L*	6,40	6,38	6,49	ns	14,86
CCa (g/ave/dia)	3,53	3,79	3,93	L*	3,68	3,75	3,83	ns	2,39
CaE (%)	33,06	36,66	39,15	L*	35,35	36,49	37,03	ns	5,42
CaE (g/ave/dia)	1,17	1,39	1,54	L*	1,30	1,38	1,42	ns	13,83
CaR (%)	66,93	63,33	60,84	L*	64,64	63,50	62,96	ns	2,26
CaR (g/ave/dia)	2,36	2,40	2,38	ns	2,37	2,37	2,40	ns	7,12
CP (g/ave/dia)	0,33	0,36	0,37	L*	0,30	0,35	0,41	L*	2,34
PE (%)	72,32	69,98	71,29	ns	73,57	73,95	66,06	ns	13,79
PE (g/ave/dia)	0,25	0,25	0,27	ns	0,22	0,26	0,29	L*	15,44
PR (%)	27,67	27,01	27,70	ns	26,42	26,04	33,93	ns	1,78
PR (g/ave/dia)	0,09	0,11	0,09	ns	0,08	0,09	0,12	L*	8,23

L* - efeito linear significativo (P<0,05); ns – não significativo (P>0,05); CV - coeficiente de variação.

ME - matéria mineral na excreta; CCa - consumo de cálcio; CaE - cálcio na excreta; CaR - cálcio retido; CP - consumo de fósforo; PE - fósforo na excreta; PR - fósforo retido.

Constatou-se efeito linear (P<0,05) dos níveis de cálcio na ração sobre o consumo de cálcio ($\hat{Y} = 3,35823 + 0,199161NCA$, $r^2 = 0,97$) e esse resultado está relacionado à concentração desse mineral na ração. As relações cálcio/fósforo não influenciaram o consumo de cálcio. Os níveis de cálcio na ração, no entanto, promoveram efeito linear sobre a retenção desse mineral determinada em porcentagem ($\hat{Y} = 69,7953 - 3,04484NCA$, $r^2 = 0,91$). Quando a retenção de cálcio foi determinada em valor absoluto, não houve efeito (P>0,05) dos níveis de cálcio na ração, o que significa que a ave continuou aproveitando a mesma quantidade, sendo o excesso eliminando na excreta. Considerando esses resultados, pode-se afirmar que houve efeito decrescente na eficiência de retenção de cálcio à medida que aumentou o nível de cálcio na ração. Isso acontece porque, conforme aumentam os níveis de cálcio da ração, ocorre redução da biossíntese da proteína transportadora de cálcio no duodeno (Bertechini, 2006), que, além de prejudicar a funcionalidade da proteína pelo aumento do pH intestinal (Berggard et al., 2000), diminui a eficiência absorptiva do mineral, assim, a melhor eficiência de utilização desse nutriente ocorre quando fornecidos os níveis mais baixos (Bertechini, 2006). Esses resultados

comprovam características importantes do metabolismo de cálcio em poedeiras, uma vez que, em baixos níveis desse mineral na ração, as aves melhoram a utilização de cálcio dietético, dentro dos seus limites fisiológicos, como forma de compensação.

As relações cálcio/fósforo não influenciaram ($P>0,05$) a retenção de cálcio em porcentagem e em valor absoluto. Resultado similar foi encontrado por Ceylan et al. (2003) em estudo no qual avaliaram níveis de fósforo disponível (0,40; 0,35; 0,30; 0,25 e 0,20% + fitase) em rações contendo 3,8% de cálcio para poedeiras Hy-Line W36 no período de 20 a 40 semanas de idade, e constataram que as relações cálcio/fósforo não afetaram a porcentagem de cálcio retido pelas poedeiras. Entretanto, Oderkirk (1998) afirmou que altos níveis plasmáticos de fósforo diminuem a absorção do cálcio, uma vez que o fósforo é um elemento essencial no balanço ácido-básico orgânico.

Os níveis de cálcio da ração promoveram efeito linear no consumo de fósforo ($\hat{Y} = 0,319068 + 0,0191727NCA$, $r^2 = 0,97$), o que pode ser explicado pelo fato de que, nas rações com maiores níveis de cálcio, a concentração de fósforo também foi maior, pois, para manter a mesma relação cálcio/fósforo nos diferentes níveis de cálcio, foi necessário alterar o nível de fósforo na ração de acordo com os níveis de cálcio. O consumo de fósforo foi influenciado, de forma linear, também pelas relações cálcio/fósforo (REL) da ração ($\hat{Y} = 0,249123 + 0,0541453REL$, $r^2 = 0,99$). Nas menores relações cálcio/fósforo, a concentração de fósforo foi mais alta, por isso a ingestão de fósforo foi maior nas menores relações cálcio/fósforo.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de cálcio sobre a excreção de fósforo, tanto em porcentagem como em valor absoluto. Segundo Meneghet (2009), o cálcio quando em excesso pode reagir com o ácido fítico, formando um complexo insolúvel fitato de cálcio no intestino, que precipita e não pode ser hidrolisado pela fitase, sendo eliminado nas excretas, o que resultará em aumento os teores de cálcio e de fósforo nas excretas.

As relações cálcio/fósforo influenciaram de forma linear ($P<0,05$) a excreção de fósforo determinada em valor absoluto ($\hat{Y} = 0,192337 + 0,0333142REL$, $r^2 = 0,97$), ou seja, conforme aumentou a quantidade de fósforo na ração, diminuiu a relação cálcio/fósforo, aumentando sua excreção. A

porcentagem de fósforo nas excretas não foi influenciada pela relação cálcio/fósforo, o que significa que o aumento em valor absoluto foi proporcional ao aumento da concentração de fósforo na ração, o que não afetou o percentual de fósforo nas excretas. Segundo Pelícia (2010), o elevado consumo de fósforo, proporcionado por menores relações cálcio/fósforo na ração, proporciona excesso de fósforo no organismo da ave, o que prejudica sua absorção e diminui suas concentrações no sangue, aumentando as perdas pelas fezes. Em estudo conduzido por Ceylan et al. (2003) avaliando níveis de fósforo disponível (0,40; 0,35; 0,30; 0,25 e 0,20% + fitase) em rações contendo 3,8% de cálcio em rações para poedeiras Hy-Line W36 no período de 20 a 40 semanas de idade, esses autores encontraram efeito linear ($P < 0,05$) das relações cálcio/fósforo sobre a excreção de fósforo, ou seja, à medida que aumentou as relações cálcio/fósforo na ração, caracterizada por baixos níveis de fósforo na ração, diminuiu a concentração desse mineral nas excretas.

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de fósforo retido pelas aves. No entanto, quando a retenção desse mineral foi determinada em valor absoluto, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio, mas houve diferença significativa entre as relações cálcio/fósforo avaliadas ($\hat{Y} = 0,0540885 + 0,022854REL$, $r^2 = 0,93$).

Considerando a relação cálcio/fósforo, os resultados encontrados ocorreu provavelmente porque o aumento na retenção em valor absoluto foi proporcional ao da concentração de fósforo na ração, o que não interferiu no percentual de fósforo nas excretas. Todavia, as aves têm a capacidade de desenvolver mecanismos de adaptação, que resultam em aumento na absorção de fósforo quando fornecido em baixos níveis dietéticos (Queiroz, 2008), fato que não foi observado, possivelmente porque o menor nível de fósforo, proporcionado pela maior relação cálcio/fósforo, foi suficiente para atender às necessidades das aves, não se caracterizando como baixo nível.

5. CONCLUSÃO

Dietas contendo 3,9%, correspondendo ao consumo diário de 3,53g de cálcio/ave, e com relação de cálcio/fósforo disponível de 12:12, proporcionando consumo diário de 289 mg de fósforo disponível/ave é suficiente para obtenção de desempenho, qualidade de ovo e manutenção do tecido ósseo satisfatório para poedeiras comerciais leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEIN, O. Performance of laying eggs with heavy or light shell weight when fed diets with different calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v.72, p.1881-1891, 1993.

AGROCERES ROSS. **Manual de manejo de matrizes**. Agroceres Ross Melhoramento Genético de Aves S.A, 2006. Disponível: www.agroceres.com.br, Acesso: 23 de março de 2010.

ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; BALOG, A. et al. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.58, p.173-183. 2009.

AMMERMAN, C. Methods for estimation of mineral bioavailability. In: AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. (Ed). **Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals and vitamins**, San Diego: Academic Press, 1995. p.83-94.

ANDERSON, K. E.; HARVENSTEIN, G. B.; BRAKE, J. Effects of strain and rearing raçõory regimens on brown-egg pullet growth and strain, rearing raçõory regimens, density, and feed space effects on subsequent laying performance. **Poultry Science**, v.74, p.1079-1092, 1995.

ARAUJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAUJO, C.S.S. et al. Níveis de fósforo disponível e tamanho de partícula do fosfato bicálcico na ração de poedeiras comerciais de 24 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1223-1227, 2010.

BAR, A.; RAZAPHKOVSKY, V.; VAX, E. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. **British Poultry Science**, v.43, p.261-269, 2002.

BAR, A.; SHINDER, D.; YOSEFI, S. et al. Metabolism and requirements for calcium and phosphorus in the fast growing chicken as affected by age. **British Journal of Nutrition**, v.89, p.51-60, 2003.

BARKLEY, G.R.; MILLER, H.M.; FORBES, J.M. The ability of laying hens to regulate phosphorus intake when offered two feeds containing different levels of phosphorus. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.233–240, 2004.

BERGGARD, T.; SILOW, M.; THULIN, E., et al. Ca^{2+} and H^{+} dependent conformational changes of calbindin D28K. **Biochemistry**, v.39, p.6864-6873, 2000.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 181p.

BOLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; SHIRLEY, R. B. et al. The effects of various raçõary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. **Poultry Science**, v.79, p.535-538, 2000.

BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em rações avícolas, **Caderno Técnico da Escola Veterinária UFMG**, n.20, p.5-30, 1997.

BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. et al. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Ciências Agrotécnicas**, v.25, p.181-187, 2001.

BRAITHWAITE, G.D. Calcium and phosphorus metabolism in ruminants with special reference to parturient paresis. **Journal of Dairy Research**, v.43, p.501–520, 1976.

BROWN, A.J.; KRITS, I.; ARMBRECHT, H.J. Effect of age, vitamin D, and calcium on the regulation of rat intestinal epithelial calcium channels. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.437, p.51-58, 2005.

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

CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S.E.; STILBORN, H.L. High Available Phosphorus Corn and Phytase in Layer Diets. **Poultry Science**, v.82, p.789–795, 2003.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Aminoácidos: Catabolismo dos Esqueletos de Carbono. **Bioquímica Ilustrada**. Artes Médicas, Porto Alegre, 2 ed. 1996. 249-262p.

CHANG, W.; TU, C.; CHEN, T. et al. The extracellular calcium-sensing receptor (CaSR) is a critical modulator of skeletal development. **Science Signaling**, v.1, p.1-13, 2008.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O. et al. Níveis de fósforo e de cálcio em rações para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 2037-2046, 2007.

COSTA, F.G.P., OLIVEIRA, C.F.S., DOURADO, L.R.B. et al. Níveis de cálcio em rações para poedeiras semipesadas após o pico de Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.624-628, 2008.

COSTA, F.G.P.; JÁCOME, I.M.T.D.; SILVA, J.H.V. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na ração de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, p. 73-81, 2004.

CROMWELL, G.L. Bioavailability of calcium and phosphorus in plant and animal ingredients. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2000-2008, 1993.

DA SILVA, J.H.V.; RIBEIRO M.L.G. A fitase reduz a relação ótima Ca:Pd para poedeiras semipesadas. In: Conferência APINCO 2004 de Ciência e Tecnologia Avícola, Santos, **Anais...** Santos, p.113, 2004.

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

EATON, D.C.; POOLER, J.P. Regulação do equilíbrio do cálcio e do fosfato. In: JAHN, M.P. **Fisiologia Renal de Vander**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 215-227p.

FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SAKOMURA, N.K. 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, v.29, p.458-466, 2000.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1734-1746, 2004.

GONZÁLES, E. A qualidade da casca do ovo. **Revista Alimentação Animal**, v.16, p.12-15,1999.

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

GUÉGUEN, L.; POINTILLART, D.V.M. The bioavailability of raçãory calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, v.19, p. 119S-136S, 2000.

GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 1035p.

HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, J.; CUCA-GARCÍA, M.; PRÓ-MARTÍNEZ, A. et al. Nivel óptimo biológico y económico de cálcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura biological and economic optimum level of calcium in white leghorn of second cycle laying hens. **Agrociência**, v.40, p.49-57, 2006.

HESTER, P. Y. A qualidade da casca do ovo. **Avicultura Industrial**. n.10. p.20-30, 1999.

HOENDEROP, J.G.L.; NILIUS, B; BINDELS, R.J.M. Calcium absorption across epithelia. **Physiological Reviews**, v.85, p.373-422, 2005.

HY-LINE DO BRASIL. Guia de manejo Hy-Line variedade W36. S.l.: s.n., 2009, 44p.

JULIAN, R.J. Patologias ósseas em aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Santos. **Anais...** Santos, 2005, p.107-122.

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

LELIS, G.R.; TAVERNARI, F.C; CAMPOS, A.M.A. et al. Exigência de fósforo disponível para poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009. Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

LICHOVNICOVA, M. The effect of raçãory calcium source, concentration and particle size on calcium retention, eggshell quality and overall calcium requirement in laying hens. **Bristish Poutry Science**, v.48, p.71-75, 2007.

LIGEIRO, E. C. **Efeito da utilização da fitase sobre o desempenho, qualidade dos ovos, avaliação econômica e excreção de fósforo e nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo ingredientes alternativos.** 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

MACARI, M.; FURLAM, L.R.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002, 375p.

MAGALHÃES, A.P.C. **Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com a Integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento.** 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2007.

MAGGIONI, R.; RUTZ, F.; ROLL, V.F.B. et al. Efeito do horário de fracionamento de rações contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de casca em poedeiras semipesadas no verão. In: XXXIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1996. p.47-49. Disponível: http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html. Acesso: 26 de abril de 2010.

MARQUES, H.L. Nutrição para o potencial genético. **Revista Avicultura Industrial**, n.06, p.36-38, 2005.

MENEGHET, C. **Uso de altos níveis de fitase em rações para frangos de corte.** 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2009.

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

MURATA, L. S.; ARIKI, J.; SANTANA, A.P. et al. Níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Biotemas**, v.22, p.103-110, 2009.

NOEBAUER, M. G. **Efeitos das diferentes relações cálcio:fósforo disponível e fitase sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e tecido ósseo de poedeiras de ovos de casca marrom**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 387p.

NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; SCHERER, C. et al. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2007-2012, 2006.

ODERKIRK, A. The Role of calcium Phosphorus and Vitamin D3 in Egg Shell and Bone Formation. **Poultry Fact Sheet**, p.3, 1998.

OLIVEIRA, J.E.F. **Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura**. 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PELÍCIA, K. ; MOURÃO, J.L.M. ; GARCIA, E.A. et al. Níveis de cálcio e granulometria de calcário na ração de poedeiras comerciais sobre a qualidade de ovos, sangue e tíbia. **Revista Brasileira de Ciência Avícola/Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, 2010.

PELÍCIA, K.; GARCIA, E.; MÓRI, C. et al. Calcium levels and limestone particle size in the diet of commercial layers at the end of the first production cycle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola/Brazilian Journal of Poultry Science**, p.87-94, v.11, 2009b.

PELÍCIA, K.; GARCIA, E.A.; SCHERER, M.R.S. et al. Alternative calcium source effects on commercial egg production and quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, p.105-109, 2007.

PELÍCIA, K.; GARCIA, E.A.I.I.; FAITARONE, A.B.G. et al. Calcium and available phosphorus levels for laying hens in second production cycle. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.11, p.39-49, 2009.

PIZZOLANTE, C.C. **Estabilidade da fitase e sua utilização em frangos de corte**. 2000. 121 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

PRODLOVE, K. **Os alimentos em debate: uma visão equilibrada**. São Paulo: Varela. 1996. 108-111p.

QUEIROZ, L.S.B. **Biodisponibilidade relativa do fósforo de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RAMA-RAO, S.V.; PANDA, A.K.; RAJU, M.V.N. et al. Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low raçãory phosphorus levels. **Animal Feed science and technology**, v.106, p.199-208, 2003.

REZENDE, J.C.R; BRESNE,C.; LAURENTIZ, A.C. Características ósseas de poedeiras recebendo rações com níveis reduzidos de fósforo suplementadas com fitase. In: XXI Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 2009, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto, 2009. Disponível: http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_36846204830.pdf Acesso: 20 de maio de 2010.

RIBEIRO, C.L.N.; ALMEIDA, R.L. ROCHA, T.C. et al. Granulometria de calcário e níveis de cálcio para poedeiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009. Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, É.M.; GONÇALVES, F.M.; ANCIUTI, M.A.; et al. Níveis de cálcio e fósforo séricos em poedeiras comerciais no pré-pico e pico de produção de ovos. In: 35° CONBRAVET - CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2008, Gramado, **Anais...** Gramado, 2008. Disponível: <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1055-1.pdf>
Acesso: 15 de maio de 2010.

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

RODRIGUES, P. B. **Fatores nutricionais que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de 2º ciclo**. 1995. 156 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

ROLAND, D.A.; SLOAN, D.R.; HARMS, R.H. The ability of hens to maintain calcium deposition in the eggshell and egg yolk as the hen ages. **Poultry Science**, v. 54, p.1720-1723, 1975.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 1 a 21 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.187-196, 2001.

SAFAA, H. M.; SERRANO, M. P.; VALENCIA, D. G. 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**, v.87, p.2043–2051, 2008.

SAKOMURA, N. K. et al. Exigências nutricionais de fósforo para galinhas poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.936-951, 1995.

SCHEIDELER, S.A.; AL-BATSHAN, H. Basics of calcium, phosphorus nutrition in layers studied. **Feedstuffs**, v.66, p.6-15, 1994.

SCHREIWEIS, M.A.; ORBAN, J.I.; LEDUR, M.C. et al. The use densitometry to detect differences in bone mineral density and content of live white Leghorns fed varying levels of raçãory calcium. **Poultry Science**, v.82, p.1292-1301, 2003.

SHEVE, R.N.; BRINK JR, J.A. **Phosphorus Industries**. Chemical process industries. 4 ed. Tokio: McGraw Hill, 1997. p.244-265.

SHRIVASTAV, A.K. et al. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA - NOVOS CONCEITOS APLICADOS À PRODUÇÃO DE CODORNAS, 2002, Lavras, **Anais...** Lavras, 2002. p.116-117.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos - Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

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

SIMÕES, A.F. **Influência da atividade física no tratamento da osteoporose**. 2005. Disponível: <http://www.cdof.com.br/fisio5.htm> Acesso em: 21 de maio de 2010.

SNOW, J. L.; RAFACZ, K. A.; UTTERBACK, P. L. et al. Hy-Line W-36 and Hy-Line W-98 Laying Hens Respond Similarly to Raçõary Phosphorus Levels. **Poultry Science**, v.84, p.757–763, 2005.

SOHAIL, S.S.; ROLAND, D.A. Metabolism and nutrition: Influence of Raçõary Phosphorus on Performance of Hy-Line W36 Hens. **Poultry Science**, v.81, p.75–83, 2002.

SOUSA, J.M.B; SILVA,J.H.V.; ARAUJO, J.A. et al. Efeito do Fornecimento e da Granulometria do Calcário na Digestibilidade de Cálcio e Fósforo em Poedeiras Comerciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009. Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **User's guide**. Cary. 2000. 1 CD-ROM.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1996. 856p.

VAN DER KLIS, J.D; VERSTEEGH, H.A.J; SIMON, P.C.M. Effectiveness of Antiphons phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soya bean meal diets. In: LAYERS, BASF TECHNICAL SYMPOSIUM PHOSPHORUS AND CALCIUM MANAGEMENT, 1996, Atlanta. **Anais...** Atlanta, 1996.

VIEIRA, M.M. **Metabolismo do cálcio em aves de corte e postura com ácidos orgânicos e fitase na ração**. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

APÊNDICE

Tabela 1 – Temperaturas ambientes médias mínimas e máximas registradas na instalação durante o ensaio experimental

Período (28 dias)	Temperatura (°C)	
	Mínima	Máxima
1	15 (10) ¹	26 (31) ²
2	15 (11) ¹	26 (29) ²
3	15 (12) ¹	28 (31) ²
4	17 (14) ¹	29 (34) ²
Média	15	27

¹ Menor temperatura registrada no período.

² Maior temperatura registrada no período.

Tabela 2 – Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) das variáveis de desempenho produtivo de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Taxa de postura (%)	Consumo de ração (g/ave/dia)	Peso de ovos (g)	Massa de ovos (g/ave/dia)	Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg)	Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dz)	Ganho de peso (g)
NCA	(2)	2,091111 ^{ns}	3,770531 ^{ns}	0,7420872 ^{ns}	1,431767 ^{ns}	0,004942306 ^{ns}	0,004623483 ^{ns}	794,8048 ^{ns}
EFL	1	0,8542796 ^{ns}	3,428743 ^{ns}	0,2828484 ^{ns}	0,1671578 ^{ns}	0,0003773950 ^{ns}	0,0005683296 ^{ns}	779,1542 ^{ns}
EFQ	1	3,327941 ^{ns}	4,112320 ^{ns}	1,201326 ^{ns}	2,696376 ^{ns}	0,009507218 ^{ns}	0,008678637 ^{ns}	810,4555 ^{ns}
REL	(2)	15,75597 ^{ns}	0,1478865 ^{ns}	0,3790028 ^{ns}	6,986594 ^{ns}	0,01056720 ^{ns}	0,007527793 ^{ns}	1663,075 ^{ns}
EFL	1	30,44310 ^{ns}	0,004352334 ^{ns}	0,5022374 ^{ns}	12,71048 ^{ns}	0,01827926 ^{ns}	0,01277879 ^{ns}	3210,733 ^{ns}
EFQ	1	1,068835 ^{ns}	0,2914207 ^{ns}	0,2557682 ^{ns}	1,262710 ^{ns}	0,002855138 ^{ns}	0,002276798 ^{ns}	115,4165 ^{ns}
REL x NCA	4	5,157249 ^{ns}	1,370076 ^{ns}	1,864909 ^{ns}	3,540215 ^{ns}	0,006111146 ^{ns}	0,001672313 ^{ns}	2471,364 ^{ns}
Resíduo	45	11,39054	4,919550	2,570014	4,611776	0,005289557	0,003843699	3119,202
CV(%)		3,87	2,40	2,66	4,18	4,02	4,65	36,25

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns (P>0,05) pelo teste F

Tabela 3 – Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) do peso de casca, porcentagem de casca, gravidade específica, espessura de casca e ovos perdidos; de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Peso de Casca (g)	Gema (%)	Albúmen (%)	Casca (%)	Gravidade específica	Espessura de casca (mm)	Ovos perdidos
NCA	(2)	0,003399952 ^{ns}	0,3366465 ^{ns}	2,193995 ^{ns}	0,05356747 ^{ns}	0,0001711472 ^{ns}	0,0001774734 ^{ns}	4,899729 ^{ns}
EFL	1	0,002612346 ^{ns}	0,5997209 ^{ns}	1,995473 ^{ns}	0,02551063 ^{ns}	0,000000001007811 ^{ns}	0,0003533008 ^{ns}	0,5276126 ^{ns}
EFQ	1	0,004187558 ^{ns}	0,07357221 ^{ns}	2,392517 ^{ns}	0,08162430 ^{ns}	0,0003422934 ^{ns}	0,000001646091 ^{ns}	3,271845 ^{ns}
REL	(2)	0,008676283 ^{ns}	0,7452028 ^{ns}	0,1595108 ^{ns}	0,02554649 ^{ns}	0,00002948833 ^{ns}	0,00005775570 ^{ns}	1,110490 ^{ns}
EFL	1	0,001432412 ^{ns}	1,259163 ^{ns}	0,3174667 ^{ns}	0,03598836 ^{ns}	0,00004807845 ^{ns}	0,0001123993 ^{ns}	0,6098029 ^{ns}
EFQ	1	0,01592015 ^{ns}	0,2312430 ^{ns}	0,001554906 ^{ns}	0,01510462 ^{ns}	0,00001089822 ^{ns}	0,000003112140 ^{ns}	1,611176 ^{ns}
REL x NCA	4	0,02841512 ^{ns}	1,390214 ^{ns}	2,534165 ^{ns}	0,07138488 ^{ns}	0,00002062254 ^{ns}	0,00006646787 ^{ns}	0,4919385 ^{ns}
Resíduo	45	0,04883344	0,5861333 ^{ns}	2,241165 ^{ns}	0,08784184	0,00007472904	0,0001825918	6,6665167
CV(%)		3,84	3,06	2,30	3,12	0,79	4,77	88,44

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns (P>0,05) pelo teste F

Tabela 4 – Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) teores de matéria mineral de casca, teores de cálcio na matéria seca de casca, teores de fósforo na matéria seca de casca; de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO					
		Matéria mineral na casca (%)	Cálcio na casca (%)	Fósforo na casca (%)	Matéria mineral na casca (g)	Cálcio na casca (g)	Fósforo na casca (g)
NCA	(2)	3,260045 ^{ns}	0,008061381 ^{ns}	0,00004016662 ^{ns}	0,4455710 ^{ns}	0,007550657 ^{ns}	0,0000001766575 ^{ns}
EFL	1	6,510690 ^{ns}	0,01268060 ^{ns}	0,00006649722 ^{ns}	0,2734403 ^{ns}	0,01426785 ^{ns}	0,0000003459449 ^{ns}
EFQ	1	0,009401105 ^{ns}	0,003442162 ^{ns}	0,00001383603 ^{ns}	0,6177017 ^{ns}	0,0008334632 ^{ns}	0,000000007370051 ^{ns}
REL	(2)	0,8968709 ^{ns}	2,730618 ^{ns}	0,00001098504 ^{ns}	0,1396772 ^{ns}	0,002345917 ^{ns}	0,0000002206254 ^{ns}
EFL	1	1,626948 ^{ns}	1,601244 ^{ns}	0,000004274811 ^{ns}	0,001726803 ^{ns}	0,002521878 ^{ns}	0,0000004133938 ^{ns}
EFQ	1	0,1667937 ^{ns}	3,859993 ^{ns}	0,00001769527 ^{ns}	0,2776276 ^{ns}	0,002169957 ^{ns}	0,00000002785705 ^{ns}
REL x NCA	4	2,357475 ^{ns}	0,7388195 ^{ns}	0,00004284759 ^{ns}	0,9369162 ^{ns}	0,01024346 ^{ns}	0,0000001130401 ^{ns}
Resíduo	45	2,350928	4,022345	0,00005079270	1,731667	0,009537860	0,0000002306024
CV(%)		1,63	6,64	7,66	4,15	5,92	9,14

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns (P>0,05) pelo teste F

Tabela 5 – Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) das variáveis de características ósseas, na matéria seca, de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Peso de tibia (g)	Matéria mineral de tibia (%)	Cálcio na tibia (%)	Fósforo na tibia (%)	Matéria mineral de tibia (g)	Cálcio na tibia (g)	Fósforo na tibia (g)
NCA	(2)	0,07331648 ^{ns}	4,605220 ^{ns}	0,7017243 ^{ns}	0,2524399 ^{ns}	0,04964501 ^{ns}	0,004278645 ^{ns}	0,003306343 ^{ns}
EFL	1	0,01451341 ^{ns}	4,068258 ^{ns}	0,3083103 ^{ns}	0,4383869 ^{ns}	0,02499650 ^{ns}	0,0002053191 ^{ns}	0,006577519 ^{ns}
EFQ	1	0,1321196 ^{ns}	5,142182 ^{ns}	1,095138 ^{ns}	0,06649285 ^{ns}	0,07429353 ^{ns}	0,008351971 ^{ns}	0,00003516746 ^{ns}
REL	(2)	0,04408020 ^{ns}	2,274341 ^{ns}	0,1935373 ^{ns}	0,3176781 ^{ns}	0,03146199 ^{ns}	0,00006778307 ^{ns}	0,0009106121 ^{ns}
EFL	1	0,03775189 ^{ns}	0,1730374 ^{ns}	0,3759197 ^{ns}	0,4557513 ^{ns}	0,006985488 ^{ns}	0,0001325546 ^{ns}	0,001040361 ^{ns}
EFQ	1	0,05040852 ^{ns}	4,375646 ^{ns}	0,01115478 ^{ns}	0,1796049 ^{ns}	0,05593849 ^{ns}	0,000003011504 ^{ns}	0,0007808627 ^{ns}
REL x NCA	4	0,3725582 ^{ns}	5,343718 ^{ns}	3,84460 ^{ns}	0,6503911 ^{ns}	0,1664398 ^{ns}	0,02990386 ^{ns}	0,004215962 ^{ns}
Resíduo	45	0,2054321	6,414363	2,225429	1,228759	0,1110248	0,01530761	0,007326061
CV(%)		8,17	5,52	11,50	13,34	13,00	13,61	14,67

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns (P>0,05) pelo teste F

Tabela 6 – Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) das variáveis de balanço de cálcio/fósforo em percentagem de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO				
		Matéria mineral na excreta (%)	Cálcio na excreta (%)	Cálcio retido (%)	Fósforo na excreta (%)	Fósforo retido (%)
NCA	(2)	12,07938*	30,62329*	26,52329*	12,42770 ^{ns}	102,43070 ^{ns}
EFL	1	23,09722*	40,26095*	45,36095*	4,764390 ^{ns}	84,767390 ^{ns}
EFQ	1	1,061539 ^{ns}	2,985633 ^{ns}	5,895631 ^{ns}	20,09101 ^{ns}	75,08101 ^{ns}
REL	(2)	0,1746483 ^{ns}	6,365884 ^{ns}	4,33588 ^{ns}	178,2417 ^{ns}	108,2517 ^{ns}
EFL	1	0,001336157 ^{ns}	12,29928 ^{ns}	10,3293 ^{ns}	153,9699 ^{ns}	109,9599 ^{ns}
EFQ	1	0,3479604 ^{ns}	0,4324921 ^{ns}	2,562493 ^{ns}	102,5136 ^{ns}	89,5236 ^{ns}
REL x NCA	4	13,54398 ^{ns}	8,676679 ^{ns}	7,556679 ^{ns}	96,33709 ^{ns}	82,33709 ^{ns}
Resíduo	18	3,445641	12,74401	11,84401	170,90963	80,90963
CV(%)		6,89	5,42	2,26	13,79	1,78

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns (P>0,05) pelo teste F

Tabela 7 – Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) das variáveis de balanço de cálcio/fósforo, em valores absolutos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo disponível.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Consumo de cálcio (g)	Consumo de fósforo (g)	Matéria mineral na excreta (g)	Cálcio na excreta (g)	Cálcio retido (g)	Fósforo na excreta (g)	Fósforo retido (g)
NCA	(2)	0,3684520*	0,003400370*	2,568559*	0,1865152*	0,4518727 ^{ns}	0,0009621296 ^{ns}	0,0008674980 ⁿ
EFL	1	0,7139693*	0,006616653*	4,979526*	0,3717540*	0,5534289 ^{ns}	0,001906684 ^{ns}	0,001419573 ^{ns}
EFQ	1	0,02293466 ^{ns}	0,0001840856 ^{ns}	0,1575927 ^{ns}	0,001276313 ^{ns}	0,3503166 ^{ns}	0,00001757560 ⁿ	0,0003154226 ⁿ
REL	(2)	0,05057522 ^{ns}	0,02639413*	0,03373837 ^{ns}	0,03625296 ^{ns}	0,5859196 ^{ns}	0,005939127*	0,009237843 ^{ns}
EFL	1	0,1010411 ^{ns}	0,05277077*	0,03867216 ^{ns}	0,06621972 ^{ns}	0,3664815 ^{ns}	0,01025581*	0,01649887*
EFQ	1	0,0001093310 ^{ns}	0,00001748774 ^{ns}	0,02880458 ^{ns}	0,006286202 ^{ns}	0,8053576 ^{ns}	0,001622444 ^{ns}	0,01136641*
REL x NCA	4	0,02663643 ^{ns}	0,0002719946 ^{ns}	1,153406 ^{ns}	0,05816917 ^{ns}	0,5141361 ^{ns}	0,001405114 ^{ns}	0,001723860 ^{ns}
Resíduo	18	0,03323301	0,0002950964	1,100058	0,02044798	0,1435398	0,0009895937	0,001976817
CV(%)		2,39	2,34	14,86	13,83	7,12	15,44	8,23

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns (P>0,05) pelo teste F