

CÁSSIA RAMPINI VELLASCO

NÍVEIS DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO/FÓSFORO EM RAÇÕES PARA
POEDEIRAS LEVES DE 24 A 40 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

CÁSSIA RAMPINI VELLASCO

**NÍVEIS DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO/FÓSFORO EM RAÇÕES PARA
POEDEIRAS LEVES DE 24 A 40 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: 14 de Outubro de 2010

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Coorientador)

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Coorientador)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

Dr. Edwiney Sebastião Cupertino

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

*"Aprender é a única coisa de que
a mente nunca se cansa, nunca tem medo
e nunca se arrepende" (Leonardo da Vinci).*

DEUS é a fonte de tudo que temos e somos, portanto primeiramente devemos agradecer a Ele por todos os dias de nossa vida;

Aos meus pais, Rita e Alexandre, pela educação, amor, carinho, exemplo e amor incondicional;

Às minhas irmãs, Alexandra, Thaísa e Helena pelo apoio e por entender meus momentos de ausência,

Aos meus avós, que mesmo longe sempre estiveram presente.

Ao Rodrigo, que sempre esteve presente nos momentos felizes e de angústia, trazendo conforto e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo Dom da vida.

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Zootecnia (DZO), e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela oportunidade de realização deste curso.

À (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudo e financiamento do projeto.

Tenho a agradecer muito ao meu orientador, Paulo Cesar Gomes, por ter me ajudado, me incentivado e ser meu amigo, além de professor e orientador.

Agradeço aos meus pais, Rita de Cássia Araújo Rampini Vellasco e Alexandre Vellasco Pereira, por terem sempre me apoiado, me dado forças, estando sempre ao meu lado, acreditando em meu potencial e nunca me deixando desistir. Agradeço o que somente os pais fazem por seus filhos, o apoio na hora difícil, o ombro amigo perante a aparente derrota, o discurso inflamado pela vitória e o sincero desejo de me ver vencer.

Agradeço às minhas irmãs, Alexandra Rampini Vellasco, Thaísa Rampini Vellasco e Helena Rampini Vellasco, por me darem forças, me incentivarem e me ajudarem tanto.

Gostaria de agradecer a todos os professores que contribuíram com meu aprendizado durante todo o curso, mas em especial a alguns que foram mais que professores: Juarez, Horácio, Robledo, Ricardo, Nerilson, que me ensinaram muito além, dando exemplos de profissionalismo, amor pelo trabalho e ética profissional.

Aos estagiários e amigos, Gabriel, Jorge, Bruno, Rodrigo, Cleverson, Alan, pela amizade e contribuição na realização dos experimentos.

Tenho muito a agradecer ao meu amigo, Rodrigo Pacheco de Oliveira, que além de amigo confidente, teve grande importância durante todo esse período, apoiando, se dedicando e sendo meu companheiro. Muito obrigada por isso!

Agradeço a todos os funcionários da UFV, entre técnicos, funcionários da secretaria, da cantina, da biblioteca, da xérox, da limpeza e os tratadores, muito obrigada.

Quero agradecer também a todos os colegas que fiz, pois foram especiais em muitos momentos da minha vida, sendo muito mais que simples amigos, mas amigos pra vida inteira!

Não posso deixar de agradecer aos meus avós, Ary Pereira da Silva e Léa Vellasco da Silva, que sempre estiveram ao meu lado, me passando energia positiva, carinho e apoio, se disponibilizando para o que eu precisasse.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos vocês!

BIOGRAFIA

CÁSSIA RAMPINI VELLASCO, filha de Alexandre Vellasco Pereira e Rita de Cássia Araújo Rampini Vellasco, nasceu em 25 de Agosto de 1985, em Petrópolis - RJ.

Em Fevereiro de 2003, ingressou no curso de Medicina Veterinária, na UNIFESO, colando grau em julho de 2007.

Em Agosto de 2008, iniciou o curso pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na área de Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa.

Em Outubro de 2010, submeteu-se à defesa de tese para a obtenção do título de *Magister Scientiae* na área de Nutrição e Produção de Monogástricos.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS _____	viii
LISTA DE GRÁFICO _____	xi
RESUMO _____	x
ABSTRACT _____	xii
1 – INTRODUÇÃO _____	01
2 - REVISÃO DE LITERATURA _____	02
2.1 - Importância do cálcio e do fósforo no organismo animal _____	02
2.2 - Efeito dos níveis de cálcio e das relações cálcio/fósforo na dieta de poedeiras	05
3 - MATERIAL E MÉTODOS _____	11
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	18
4.1 - Desempenho produtivo _____	18
4.2 - Qualidade de ovo _____	21
4.3 - Características ósseas _____	23
4.4 - Minerais na excreta e balanço de cálcio e fósforo _____	25
5 – CONCLUSÕES _____	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	29
APÊNDICE A _____	36
APÊNDICE B _____	40

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Análise de cálcio, de fósforo e da granulometria (DGM) dos ingredientes _____	11
Tabela 2 - Composição percentual das dietas experimentais _____	13
Tabela 3 - Desempenho produtivo das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade _____	19
Tabela 4 - Qualidade de ovo das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade ____	21
Tabela 5 - Características de osso das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade _____	24
Tabela 6 - Concentração de minerais na excreta e balanço do cálcio e do fósforo das poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade _____	26

LISTA DE GRÁFICO

	Página
Gráfico 1 - Temperaturas médias, mínima e máxima, registrada no interior da instalação durante o período experimental _____	18

RESUMO

VELLASCO, Cássia Rampini, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2010. **Níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.** Orientador: Paulo Cezar Gomes. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno.

Este experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, objetivando-se determinar a exigência nutricional de cálcio e a melhor relação cálcio/fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. Foram utilizadas 324 aves Hy-Line W-36, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, composto de três níveis de cálcio (3,9; 4,2 e 4,5 %) e três relações cálcio/fósforo (9,3; 10,53 e 12,12/1) totalizando 9 tratamentos, 6 repetições e 6 aves por unidade experimental. Com exceção dos níveis de cálcio e de fósforo na ração, que foram obtidos por suplementação de calcário (50% fino e 50% grosso) e fosfato bicálcico, os demais nutrientes atenderam as recomendações preconizadas por Rostagno *et al.* (2005). Foram avaliados o desempenho produtivo (produção, peso e massa de ovo; ganho de peso; consumo de ração; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovo), a qualidade do ovo (gema; albúmen; casca; espessura de casca; gravidade específica; matéria mineral, cálcio e fósforo na casca e ovos perdidos), características ósseas (peso, matéria mineral, cálcio e fósforo na tíbia), balanço de cálcio e fósforo (matéria mineral, cálcio e fósforo na excreta; consumo de cálcio; consumo de fósforo; cálcio e fósforo 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, porém os níveis de cálcio promoveram efeito ($P<0,05$) sobre o peso e porcentagem da casca, cálcio na casca, ovos perdidos, consumo de cálcio e de fósforo, cálcio e fósforo na excreta, cálcio e fósforo retido. A relação cálcio/fósforo influenciou significativamente ($P<0,05$) o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovo, consumo de cálcio e de fósforo, fósforo na excreta e fósforo retido. Para as demais variáveis não foi verificado efeito significativo nem para níveis de cálcio e nem para relação cálcio/fósforo. Rações contendo 4,5% de cálcio e relação cálcio:fósforo de 12,12:1, correspondendo a um consumo de cálcio de 3,71 g/ave/dia e de fósforo de 306

mg/ave/dia, garantem desempenho satisfatório em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas.

ABSTRACT

VELLASCO, Cássia Rampini, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2010.
Levels of calcium and calcium/phosphorus relation in diets for white laying hens from 24 to 40 weeks of age. Adviser: Paulo Cezar Gomes. Co-Advisers: Juarez Lopes Donzele and Horácio Santiago Rostagno.

This experiment was conducted in the Poultry Department of Animal Science, Federal University of Viçosa, aiming to determine the nutritional requirement for calcium and better calcium / phosphorus ratio in the diet of laying hens from 24 to 40 weeks of age. 324 birds were used Hy-Line W-36, distributed in a completely randomized design in a 3x3 factorial scheme, consisting of three levels of calcium (3.9, 4.2, and 4.5%) and three calcium: phosphorus ratio (9 , 3, and 10.53 12,12:1) totaling 9 treatments, six replicates and six birds each. With the exception of calcium and phosphorus in the diet, which were obtained by supplementation of limestone (50% thinner and 50% thicker) and dicalcium phosphate, the other nutrients met the recommendations by Rostagno et al. (2005). We evaluated the performance (production, egg weight and mass, weight gain, feed intake, feed conversion per dozen eggs and per egg mass), egg quality (yolk, albumen, shell, shell thickness, specific gravity , ash, calcium and phosphorus in the egg shell and lost), bone characteristics (weight, ash, calcium and phosphorus in the tibia), balance of calcium and phosphorus (mineral matter, calcium and phosphorus excretion, calcium intake, consumption of phosphorus, calcium and phosphorus retained by birds) and mortality. There was no interaction ($P > 0.05$) between calcium levels and ratios of calcium / phosphorus ratio for the variables studied, but levels of calcium promoted effect ($P < 0.05$) on weight and shell percentage, calcium bark, lost eggs, consumption of calcium and phosphorus, calcium and phosphorus excretion, calcium and phosphorus retained. The calcium / phosphorus significantly ($P < 0.05$) feed intake, weight gain, feed conversion per dozen eggs and egg mass, intake of calcium and phosphorus, phosphorus excretion and phosphorus retained. For the other variables was not significant effect neither for nor calcium levels to calcium / phosphorus ratio. Diets containing 4.5% calcium and the calcium: phosphorus 12,12:1, corresponding to a calcium intake of 3.71 g / hen / day and phosphorus of 306

mg / bird / day, guarantee satisfactory performance in diets for laying hens from 24 to 40 weeks.

1 – INTRODUÇÃO

Em virtude dos avanços no melhoramento genético, na nutrição, nos fatores de ambiência e no manejo, que resultam em maior eficiência de produção, tornou-se necessário a revisão periódica das exigências nutricionais utilizadas pelas aves.

As poedeiras são capazes de transformar os mais diversos alimentos em um produto com alta qualidade nutricional, o ovo. Contudo, para que esta transformação seja eficiente é necessário o conhecimento do valor nutricional dos ingredientes utilizados na formulação das rações e das exigências das aves de acordo com o seu estágio de desenvolvimento e de produção.

O cálcio e o fósforo são considerados minerais importantes na nutrição de poedeiras, pois além de sua participação nas funções vitais, como componente principal das estruturas ósseas, participação no equilíbrio ácido-básico e nos sistemas enzimáticos, são componentes principais para a casca do ovo. O fósforo é o terceiro nutriente mais oneroso da dieta das aves, já o cálcio é necessário em grandes quantidades nas rações para poedeiras.

O papel nutricional do cálcio está estreitamente ligado ao do fósforo, devido à forte interação entre eles. O excesso de cálcio pode interferir na absorção de outros minerais, causando desequilíbrio na homeostasia desses minerais (Anderson *et al.*, 1995). Entretanto, altos níveis de fósforo também podem prejudicar a liberação de cálcio e de fósforo resultando em má qualidade da casca do ovo. Portanto, deve-se considerar a relação entre esses minerais, resultando em uma ração mais apropriada as aves e que também irá contribuir para a formação de excretas com menor carga de minerais, reduzindo o impacto negativo da produção animal ao meio ambiente.

De acordo com resultados apresentados na literatura as exigências de cálcio e de fósforo para poedeiras comerciais tem sido um desafio constante para os nutricionistas, visto que a exigência destes minerais não está bem definida.

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

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Importância do cálcio e do fósforo no organismo animal

Galinhas poedeiras modernas são muito sensíveis às variações dos níveis nutricionais da dieta. Busca-se com essas aves maior produção de ovos, boa conversão alimentar e menor porcentagem de ovos defeituosos sendo a suplementação mineral uma alternativa para melhorar o desempenho destas aves e a qualidade da casca dos ovos.

O cálcio é o mineral mais ativo e mais prevalente no corpo das aves sendo essencial para uma série de funções metabólicas, principalmente no desenvolvimento da ave, compreendendo aproximadamente 1,5% do seu peso corporal (Highfill, 1998; Larbier & Leclercq, 1992) e representando 98% dos constituintes da casca do ovo. Aproximadamente 99% do cálcio total do organismo estão presentes nos ossos, que suprem a necessidade circulante desse mineral além da sua utilização para a formação da casca (Vargas Jr. *et al.*, 2004). Se houver diminuição na concentração de cálcio no sangue, rapidamente o cálcio é mobilizado dos ossos para elevar o nível sanguíneo ao normal. Segundo Honma (1992), o cálcio acumulado nos ossos durante o crescimento serve também como reservatório para ser utilizado durante toda a vida do animal. A casca do ovo tem peso médio de 5 a 6g, dos quais aproximadamente 2g são de cálcio (Nunes *et al.*, 2006).

O papel nutricional do cálcio está estreitamente ligado ao do fósforo e ao efeito intermediado pela vitamina D. O cálcio e o fósforo perfazem mais de 70 % das cinzas do corpo do animal. Cerca de 99% do cálcio e 80% do fósforo estão presentes nos ossos (Mcdowell, 1992).

Na fase de crescimento, o cálcio é mais utilizado para formação dos ossos, enquanto, na fase de produção, é direcionado para a formação da casca do ovo. No início da produção de ovos, a ave tem balanço negativo de cálcio, que dificilmente é contornado por melhores que sejam os níveis de cálcio dietético. Conseqüentemente, a reserva adequada de cálcio ósseo, no início do ciclo de produção, é crucial para a produção de ovos e para a qualidade da casca, tendo duas origens para deposição na casca, a dietética e a óssea.

Níveis elevados de fósforo prejudicam a liberação do cálcio ósseo e a adequada mineralização da casca, visto que durante o período em que não há formação da casca, uma parte do fósforo é dirigida para a deposição na gema do ovo e outra parte se combina com o cálcio aumentando significativamente o nível desse mineral na corrente sanguínea.

Para a formação do ovo a ave necessita consumir uma quantidade adequada de cálcio e de fósforo por dia para atender a necessidade desses minerais, para formar a casca, para depositar na gema, para repor as perdas teciduais e para manter a homeostasia iônica a qual é regulada pela concentração plasmática da forma ionizada do cálcio e do fósforo. Todavia, quando há a formação da casca, a eficiência de absorção do cálcio chega a mais de 70% (Clunies e Leeson, 1995).

Estudar os fatores que afetam a qualidade da casca de ovos é prioritário devido às significativas perdas financeiras provenientes de deformidades e das quebras. Aproximadamente 6,7% dos ovos de poedeiras comerciais não são comercializáveis, por não apresentarem casca ou por estarem trincados. Outros 6,7% são quebrados durante a colheita, processamento, empacotamento e transporte (Hester, 1999). Roland (1986) relatou perdas de até 13% dos ovos, em virtude da baixa qualidade da casca, mas que podem totalizar até 20%, quando considerado o percurso até o consumidor final. Em países de clima tropical, como no Brasil, esta situação se torna relevante, visto que a casca tende a ficar mais fina em altas temperaturas (Smith, 1990).

Dietas para poedeiras deficientes em cálcio ocasionam diminuição da produção de ovos e ocorrência de casca fina ou porosa, já as dietas deficientes em fósforo levam a alterações no metabolismo energético de carboidratos, aminoácidos e gordura, nos processos químicos do sangue, no crescimento do esqueleto, no transporte de ácidos graxos e de outros lipídios. Estes problemas são observados através dos sinais clínicos como queda na produção e na má qualidade das cascas.

As aves de postura apresentam quatro estágios fisiológicos (cria, recria, pré-postura e postura), em função dos quais são estimadas as exigências nutricionais com base no grau de alterações fisiológicas que determina o desenvolvimento da estrutura corporal (Vargas Jr., 2002).

A poedeira não inicia a formação da casca dos ovos antes da maturidade sexual, comprovando que a taxa de crescimento é lenta e que a demanda de cálcio dos tecidos do corpo é relativamente baixa. No entanto, à medida que a maturidade sexual se

aproxima, a ave inicia um processo de mudança fisiológica que permite a formação dos ovos, sendo necessárias reservas adequadas de cálcio nos ossos (Korver, 2002).

Segundo Leeson & Summers (1997), a utilização das reservas de cálcio dos ossos medulares para a formação dos ovos pelas aves resulta em uma perda súbita de 2 g de cálcio corporal, sendo, portanto, necessária uma reserva de cálcio nos ossos antes do período de produção, o que justifica o fornecimento de níveis significativos de cálcio nas dietas de pré-postura.

Meyer et al. (1971), citados por Classen & Scott (1982), observaram que a ingestão de cálcio aumenta vagarosamente antes da primeira oviposição, em razão da alta exigência de cálcio para o desenvolvimento do osso medular, que começa a ser formado em resposta aos hormônios sexuais. Entretanto, o consumo diário de cálcio durante este período geralmente não é estudado, principalmente porque não se sabe exatamente quando ocorre o início da maturidade sexual, tornando difícil determinar o aumento do consumo no início do desenvolvimento medular (Vargas Jr., 2002).

De acordo com Underwood e Suttle (1999), o fósforo é o segundo mineral mais abundante na composição dos tecidos animais e sua distribuição corporal é caracterizada por 80% nos ossos e dentes como hidróxiapatitas, e o restante (20%) distribuído nas células, membranas celulares e fluídos corporais. Desta forma, os ossos além de serem componentes estruturais do corpo são grandes depósitos de cálcio e de fósforo, podendo ser mobilizados ocasionalmente quando o fornecimento desses minerais for inadequado para atender as exigências nutricionais.

Segundo Harms (1982), somente 20 mg de fósforo está presente na casca do ovo, 130 a 140 mg na gema e 35 a 45 mg/100ml estão concentrados no sangue.

As principais funções do fósforo são: formação da estrutura óssea, participação na formação de membranas celulares, utilização e transferência de energia na forma de ATP (Dukes, 2007). Também participa na composição de ácidos nucleicos essenciais (DNA e RNA) no crescimento e diferenciação nuclear, na manutenção da pressão osmótica, no equilíbrio ácido-base, na utilização e transferência de energia nas formas de adenosina mono, di e tri-fosfato, na formação de fosfolipídios, no transporte de ácidos graxos, na absorção e deposição de gorduras, na formação de proteínas, além de influenciar no apetite e na eficiência alimentar (Runho *et al.*, 2001). O fósforo ainda está envolvido na formação de colágeno e na mineralização óssea, aumentando a resistência do osso e acelerando a cicatrização de fraturas, atua no metabolismo de glicídios e protídios, é componente de hexafosfatos, da lectina, da caseína, da pepsina e

da creatinina-fosfato, participa das etapas de fosforilação da glicose, componente do AMPcíclico, ativador de coenzimas para o funcionamento de vitamina B, além de função tamponante no líquido intracelular e nos fluídos tubulares dos rins (Pizzolante *et al.*, 2006).

2.2 - Efeito dos níveis de cálcio e das relações cálcio/fósforo na dieta de poedeiras

O uso correto de cálcio na nutrição de poedeiras tem sido motivo de grande preocupação dos nutricionistas, devido as suas exigências serem em cálcio total, apresentar baixo custo e toxicidade, resultando em altos níveis nas rações. A consequência desta prática é que o cálcio em excesso pode agir como antagonista na digestibilidade de outros minerais, formando quelatos insolúveis e dificultando a absorção de outros minerais especialmente, fósforo, sódio, potássio, magnésio, ferro, cobre, zinco e manganês, causando deficiência secundária (Anderson *et al.*, 1995).

O cálcio e o fósforo interagem durante a absorção, metabolismo e excreção. Entretanto, elevado nível de fósforo na dieta pode causar deficiência de cálcio reduzindo o desempenho e a qualidade do ovo das poedeiras. Estes minerais estão intimamente associados ao metabolismo das aves, se apresentando no organismo das aves isoladamente ou combinados.

O metabolismo do cálcio e do fósforo é intimamente regulado pelo sistema hormonal constituído pelo paratormônio, pelo metabolismo da vitamina D e pela calcitonina. A combinação na ação simultânea deste sistema hormonal sobre as rotas de entrada (absorção intestinal e reabsorção óssea) e saída (deposição e excreção), mantém a concentração sanguínea desses minerais até um nível suficiente para permitir o processo de mineralização óssea e demais processos.

A utilização do fósforo é afetada pela relação cálcio/fósforo da dieta, porém no período de maior produção de ovos os níveis de cálcio bem como a relação cálcio/fósforo séricos são maiores (De Lange *et al.*, 1999; Ribeiro *et al.*, 2008). Segundo Pelícia (2008), ao aumentar o nível de cálcio na dieta não há necessidade de aumentar o nível de fósforo, a fim de manter a relação Ca:P tanto em poedeiras comerciais de primeiro como de segundo ciclo, pois não é o aumento entre os minerais que vai melhorar o problema de casca e sim o balanço adequado dos minerais e, por consequência, o balanço hidroeletrólítico.

O cálcio e o fósforo da dieta são absorvidos no intestino delgado e sua taxa de absorção é dependente da fonte, nível de disponibilidade na dieta, pH e viscosidade intestinal, vitamina D, relação cálcio/fósforo, presença de minerais como ferro, alumínio, magnésio, manganês, forma e grau de pureza das fontes minerais empregadas, idade das aves nível de cálcio dietético e consumo de lactose e gordura (Pizzolante, 2006).

A matriz óssea é composta predominantemente por cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, que constitui 60 a 70% do peso do osso e fornece rigidez e resistência ao osso. Assim, os ossos geralmente são utilizados como indicadores da qualidade de minerais das rações em poedeiras e a deficiência de minerais podem resultar em ossos fracos e problemas com a formação da casca dos ovos, visto que as aves mobilizam constantemente minerais ósseos para a formação da casca dos ovos (Almeida *et al.*, 2009).

A tíbia é o osso de mais rápido crescimento no organismo e muito sensível as deficiências de cálcio e de fósforo (Yan *et al.*, 2005), sendo largamente utilizado nos estudos para determinação da exigência destes minerais.

Zoollitsch *et al.* (1996) citam que a absorção de cálcio ósseo para atender as necessidades metabólicas é um processo normal, e que a perda óssea de cálcio somente comprometerá a resistência quando houver deficiência prolongada. A resistência e cinza óssea podem ser melhoradas por uma manipulação do cálcio dietética sendo a quantidade de cinza óssea um critério melhor do que porcentagem de cinza óssea, na determinação da fragilidade óssea.

O estudo da densidade mineral óssea de aves tem grande importância para a avicultura, pois esta é uma técnica que permite o acompanhamento das variações de massa óssea com baixo custo e tecnologia moderna, auxiliando na compreensão e melhor avaliação do processo de mineralização óssea (Louzada, 1997).

Os teores de cálcio e de fósforo da tíbia e do fêmur apresentaram correlações entre si e entre qualidade de ovos, apresentando correlações negativas com a produção e qualidade dos ovos, ou seja, quanto maior a produção de ovos menores os teores destes minerais nos ossos. Isto porque, a utilização de cálcio ósseo para formação da casca dos ovos ocorre quando não há disponibilidade de cálcio dietético (Julian, 2005).

Alguns métodos podem ser utilizados para a avaliação da mineralização óssea e segundo Onyango *et al.* (2003) o teor de cinzas nos ossos, conteúdo mineral nos ossos e a densiometria óssea são mais sensíveis do que a força de cisalhamento, como

indicadores de níveis adequados de cálcio e de fósforo na dieta das aves. O método de força de cisalhamento, ou resistência a quebra tem sido criticado por ser susceptível a variações, como métodos de armazenamento dos ossos, local em que o corte é feito e aparelho utilizado para medição.

Em poedeiras no período de produção, dieta com maiores níveis de cálcio teria como consequência uma maior absorção deste mineral, aumentando a disponibilidade de cálcio no trato digestivo, fazendo com que durante o período de formação da casca, houvesse menor mobilização da reserva desse mineral no tecido ósseo.

Desde 1930, inúmeras causas de deformidades no tecido ósseo em aves foram identificadas e alguns fatores afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento normal do tecido ósseo, como: nutrientes, genética, patógenos, micotoxinas e práticas de manejo (Cook, 2000).

Alguns fatores endógenos e exógenos podem regular e interferir no desenvolvimento do tecido ósseo. Dentre os fatores endógenos, inerentes ao próprio animal, destacam-se os fatores reguladores sistêmicos que são em sua maioria hormônios, com destaque para o hormônio paratireoidiano (PTH), hormônio paratireoidiano peptídico-relacionado (PTHrP), dihidroxivitamina D₃ (1,25(OH)₂D₃), calcitonina, estrogênios, glicocorticóides e retinóis. Dentre os fatores de ação local destacam-se as interleucinas, fatores de crescimento (IGF-I e II), prostaglandinas, neuropeptídeos e citoquininas (Price & Russel, 1992).

Paratormônio, estrógenos e diidroxicolecalciferol coordenam as principais atividades do metabolismo ósseo, com vistas ao seu aumento em diâmetro e comprimento durante o crescimento das aves (Silva, 2001).

O 1,25-diOH-D₃ estimula a mobilização de cálcio e de fosfato dos ossos resultando em um aumento no cálcio e no fosfato plasmáticos, justificando a importância do osso como reservatório de cálcio (Champe & Harvey, 1997).

Dentre os fatores exógenos, destacam-se nutrição, temperatura, manejo de criação, entre outros que podem ser alterados durante a criação das aves e que são essenciais para o ótimo crescimento dos animais, sendo a nutrição de maior importância contribuindo com o cálcio e com o fósforo (Maggioni *et al.*, 1996, Sá *et al.*, 2004).

A vitamina D tem sido o principal nutriente que influi no crescimento ósseo e sua absorção, seja de origem exógena ou endógena, é realizada da mesma forma que a dos lipídios. No intestino é transportada pela corrente sanguínea para vários tecidos do organismo, principalmente o fígado, onde é convertida em 25-hidroxicalciferol, o qual é

levado até os rins, para ser convertido em 1,25-dihidroxicolecalciferol que posteriormente será direcionado ao intestino e ossos, onde irá atuar de forma semelhante a um hormônio esteróide, regulando a transcrição do DNA nas microvilosidades intestinais e induzindo a síntese de RNAm específico para a produção da proteína transportadora de cálcio existente no intestino. No intestino a vitamina D₃ ativada age estimulando a absorção de cálcio, no osso age aumentando o recrutamento de osteoclastos, estimulando a síntese de proteínas pelos osteoblastos e participando na mineralização da matriz óssea. Por tudo isso, tanto a fonte de cálcio quanto os níveis de vitamina D influenciam na cinza dos ossos, e a deposição de cálcio e de fósforo resulta na rigidez do tecido ósseo, na forma de hidroxapatita, durante o processo de mineralização óssea (Bruno, 2002).

A qualidade do ovo depende da qualidade da casca, pois esta funciona como uma embalagem especial do conteúdo do ovo, com funções essenciais como proteção do embrião e deve ser suficientemente resistente para resistir os impactos da postura, coleta, classificação e transporte até alcançar o consumidor final (Pelícia *et al.*, 2007). Aproximadamente 10% do peso do ovo é composto pela casca, sendo 98% da mesma formada por carbonato de cálcio, dos quais 60% é constituído por carbonato e 38% por cálcio (Etches, 1996).

A principal função biológica da casca do ovo é a de formar uma câmara para o desenvolvimento embrionário. Do ponto de vista de produção comercial de ovos, no entanto, a casca poderia ser vista como uma embalagem natural do ovo que envolve o conteúdo nobre, gema e albúmen, devendo ser resistente para não sofrer nenhum dano físico e resistir à postura pela ave, colheita, classificação e transporte, até atingir o consumidor final, mas sua formação de modo algum pode ser encarada como um processo simples. Segundo Hunton (2004), qualquer defeito na casca pode comprometer o valor do ovo tanto para a produção de pintos de um dia como para a utilização na alimentação.

A formação do ovo tem duração de 24 a 26 horas, sendo necessárias 20 horas para a formação da casca após o ovo atingir o útero da ave e somente após a ovoposição a casca revela mal ou bem formada. Uma casca de má qualidade apresenta trincas, deformidade e irregularidades na deposição do cálcio (Ito, 2006).

O tamanho da partícula do calcário tem grande importância para a qualidade da casca do ovo, pois calcário com granulometria muito pequena pode ocorrer passagem

rápida pela moela, não ficando disponível durante o momento da formação da casca do ovo, onde há maior necessidade de cálcio (Zhang & Coon, 1997).

Keshavarz & Nakajima (1993) observaram que a taxa de retenção do cálcio varia de acordo com a idade. Elaroussi *et al.* (1994) observaram em poedeiras em produção, aumento da demanda de cálcio que é acompanhado por aumento da absorção intestinal e diminuição da excreção renal, ao mesmo tempo em que, maior concentração de cálcio no trato digestivo, durante o período de formação da casca, ocorreria uma menor mobilização de reservas de cálcio dos ossos.

Segundo Miles (1993), com o aumento da concentração de cálcio na dieta das poedeiras, verificou-se um incremento na gravidade específica dos ovos, associado a elevação do nível plasmático de cálcio e redução do fósforo, sendo que quanto mais fina a casca, menor será a gravidade específica e maior será a possibilidade de trinca e quebra da casca.

Fraga (1994) observou que rações para poedeiras contendo mais de 4% de cálcio podem apresentar problemas relacionados com o metabolismo de outros minerais como o fósforo, o zinco, o manganês e o ferro nas aves. Por outro lado, Keshavarz e Nakajima (1993) chegaram a resultados diferentes, verificaram que as poedeiras podem tolerar níveis relativamente altos de cálcio dietético (acima de 6 g/ave/dia), sem sofrer efeito adverso no desempenho produtivo. Esses mesmos autores verificaram que o aumento do nível de cálcio na dieta promoveu uma melhora, porém não significativa, na gravidade específica dos ovos.

Na carência de cálcio dietético para a formação da casca, o osso medular pode fornecer até 59% de cálcio livre para o sangue, sendo 48% deste utilizado para formação da casca (Mendonça Júnior, 1993).

O fósforo é um mineral essencial no metabolismo e na formação da casca dos ovos (Sohail & Roland, 2002). De acordo com Wu *et al.* (2006), somente 20 a 50% do total do fósforo dos alimentos de origem vegetal se encontra disponível para aves, pois o restante se encontra na forma de fitato que além de reduzir a disponibilidade do fósforo, forma complexos insolúveis com as proteínas dietéticas e com cátions, como cálcio, cobre, zinco, magnésio, manganês e ferro presentes nos alimentos consumidos (Klasing, 1998), que adquirem resistência à digestão enzimática, reduzindo a disponibilidade desses nutrientes.

Durante a formação da casca, o papel do fósforo é reduzir a acidose sanguínea, pois o nível de fósforo no sangue se torna alto, ocasionando aumento da excreção do

fosfato pelos rins levando a perda de íons H^+ , auxiliando na manutenção do nível de bicarbonato e, conseqüentemente, reduzindo a acidose (Bertecheni, 1998). Por outro lado, vários estudos realizados com poedeiras no final do primeiro ciclo de produção indicam a necessidade de reduzir os níveis de fósforo na dieta para melhorar a qualidade interna e externa dos ovos.

O uso indevido dos níveis de cálcio e de fósforo e da relação entre eles acarreta prejuízo ao esqueleto das galinhas, ocasionando perdas na qualidade da casca dos ovos e redução da vida produtiva da poedeira (Jardim Filho *et al.*, 2005).

Pelícia *et al.* (2009), recomendaram para um bom desempenho e boa qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, durante a fase de produção, dietas com níveis de 5,55 g/ave/dia de cálcio e 4,68 g/ave/dia de fósforo. As recomendações indicadas por Rostagno *et al.* (2005) foram de 4,02 g/ave/dia de cálcio e de 0,375 g/ave/dia de fósforo para galinhas poedeiras leves em fase de produção. Já a exigência de cálcio e de fósforo para poedeiras com 18 a 37 semanas de idade, recomendadas pelo Guia de manejo da variedade Hy-line W36 (2009) foi de 4,00 g/ave/dia e de 0,50 g/ave/dia, respectivamente, e pelo NRC (1994) 3,15 g/ave/dia e 250 mg/ave/dia, respectivamente, para poedeiras de 24 a 40 semanas de idade. No entanto, estudos recentes com poedeiras tem demonstrado redução dos níveis de cálcio e de fósforo em relação àqueles citados pelo NRC (2001), por Rostagno *et al.* (2005) e pelo Guia de manejo da variedade Hy-line W36 (2009).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa - MG, no período de Janeiro a Maio de 2009.

Foram utilizadas 324 poedeiras da marca comercial Hy-Line W-36, no período de 24 a 40 semanas de idade. As aves foram adquiridas com 20 semanas de idade, distribuídas em gaiolas, e até entrarem em fase experimental (24 semanas) foram manejadas conforme o recomendado pelo manual da linhagem, e alimentadas seguindo as recomendações de Rostagno *et al.* (2005).

Com 24 semanas de idade as poedeiras foram distribuídas nas unidades experimentais, tendo sido padronizadas por peso corporal ($1,31 \pm 0,01$) e por postura. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x3, consistindo de três níveis de cálcio (3,9, 4,2 e 4,5 %) e três relações cálcio/fósforo (9,3, 10,53 e 12,12/1) totalizando 9 tratamentos, com 6 repetições e 6 aves por unidade experimental.

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

As dietas foram suplementadas com cálcio e fósforo, utilizando fosfato bicálcico de textura média e calcário (50% fino e 50% grosso).

Foram realizadas análises para determinação dos teores de fósforo e/ou cálcio do fosfato bicálcico, calcário, milho e farelo de soja, além da granulometria do calcário e do fosfato bicálcico (Tabela 1).

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

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

As dietas experimentais (Tabela 2) foram isonutritivas, exceto para cálcio e fósforo. As exigências nutricionais das poedeiras, quanto aos demais nutrientes, foram atendidas conforme Rostagno *et al.* (2005).

As temperaturas médias mínima e máxima no interior do galpão foram monitoradas diariamente por três termômetros de máxima e de mínima, que estavam distribuídos pelo galpão posicionados à altura das aves.

O sistema de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz diária, controlado através de um relógio analógico (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

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

Os parâmetros avaliados foram os seguintes:

- **Produção de ovos:** foi computada diariamente através de uma coleta diária realizada às 16:00 horas. Este parâmetro foi avaliado de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental, dividindo-se o número de ovos postos por ave durante o período pelo número de aves multiplicado por 28 e o resultado multiplicado por 100.

- **Massa de ovos:** obtido multiplicando o peso médio dos ovos pela percentagem de postura e o resultado dividido por 100, expresso em gramas de ovo por ave por dia (g/ave/dia).

- **Peso médio dos ovos:** foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos cinco últimos dias de cada um dos quatro períodos 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, o resultado expresso em gramas;

Tabela 2 - Composição percentual das dietas experimentais²:

Ingrediente %	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Ração basal ¹	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65
Calcário	9,16	9,01	8,85	9,89	9,73	9,56	10,63	10,45	10,27
Fosfato bicálcico	1,19	1,45	1,70	1,33	1,61	1,88	1,47	1,76	2,06
Areia lavada	3,00	2,90	2,80	2,13	2,02	1,91	1,26	1,14	1,03
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição nutricional (%)									
Cálcio	3,90	3,90	3,90	4,20	4,20	4,20	4,50	4,50	4,50
Fósforo	0,322	0,370	0,419	0,347	0,399	0,452	0,371	0,427	0,484
Relação Cálcio/Fósforo	12,12	10,53	9,3	12,12	10,53	9,3	12,12	10,53	9,3

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

² **Dietas experimentais:** Proteína Bruta 17,53%; Energia Metabolizável 2.900 kcal/kg; Lisina digestível 0,84%; Metionina+Cistina digestível 0,76%; Metionina digestível 0,51%; Treonina digestível 0,60%; Triptofano digestível 0,19%; Valina digestível 0,70%; Arginina digestível 1,04%; Fenilalanina digestível 0,86%; Fenilalanina+Tirosina digestível 1,48%; Glicina + Serina 1,59%; Histidina digestível 0,44%; Isoleucina digestível 0,70%; Sódio 0,24%; Cloro 0,37%; Potássio 0,61%; Ácido Linoléico 3,68%.
Mistura vitamínica – Composição/kg: vit. A 12.000.000 U.I.; vit D³ 3.600.000 U.I.; vit. E 3.500 U.I.; vit B1 500 mg; vit B² 8.000 mg; vit B⁶ 3.000 mg; ácido pantotênico 12.000 mg; biotina 200 mg; vit. K 3.000 mg; ácido fólico 3.500 mg; ácido nicotínico 40.000 mg; vit. B12 20.000 mg; selênio 130 mg; veículo q.s.p. 1.000 g.
Mistura mineral – Composição/kg: manganês 160 g; ferro 100 g; zinco 100 g, cobre 20 g; cobalto 2 g; iodo 2 g; excipiente q.s.p. 1.000 g. ³Butil-hidroxi-tolueno (BHT).

- **Ganho de peso das aves:** obtido pela diferença da pesagem das poedeiras no início e no final do período experimental.

- **Consumo de ração:** foi determinado ao término de cada período de 28 dias, por meio da diferença entre a quantidade fornecida diariamente e as sobras existentes no final de cada período de 28 dias. O resultado foi dividido pelo número de aves de cada unidade experimental. Dessa forma, o consumo foi expresso em gramas de ração por ave/dia. Na ocorrência de mortalidade na unidade experimental, foi descontado o consumo médio de cada ave morta para obtenção do consumo médio corrigido.

- **Conversão alimentar por dúzia de ovo (kg/dz):** foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos em cada um dos quatro períodos.

- **Conversão alimentar por quilograma de ovo (kg/kg):** foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida, expressa em quilogramas pelo peso total de ovos postos no mesmo período também expresso em quilogramas, em cada um dos quatro períodos.

- **Consumo de cálcio:** foi obtido pelo consumo de ração total multiplicado pelo nível de cálcio do tratamento e dividido por 100.

- **Consumo de fósforo:** foi obtido pelo consumo de ração total multiplicado pelo nível de fósforo do tratamento e dividido por 100.

- **Peso e percentagem da casca, gema e clara:** foram coletados dois ovos por dia de cada repetição durante os três últimos dias de cada período. Após pesados os ovos foram quebrados separando seus componentes: gema, albúmen e casca. As gemas foram pesadas, as cascas após lavadas e secas a temperatura ambiente também foram pesadas. Assim por diferença entre o peso do ovo e o peso da gema mais o peso da casca obteve-se o peso do albúmen. A percentagem foi calculada dividindo-se o peso dos componentes pelo peso do ovo e multiplicando por 100;

- **Espessura da casca:** A espessura média da casca foi obtida por meio da adoção das mesmas amostras utilizadas para determinar a percentagem de casca de cada tratamento, sendo então tomadas às medidas de espessura em três pontos da região equatorial do ovo, por meio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm).

- **Gravidade específica dos ovos:** utilizou-se ovos íntegros coletados nos três penúltimos dias de cada período os quais, foram imersos em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³ e com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas.

- **Ovos perdidos:** foram considerados como ovos perdidos ovos trincados, de casca fina e sem casca, dentro de cada tratamento, em relação ao total de ovos produzidos.

- **Mortalidade:** ao registrar e retirar a ave morta da unidade experimental, procedeu-se a pesagem da ração restante para possibilitar a correção dos cálculos de consumo ao final dos 28 dias.

- **Viabilidade das aves:** a mortalidade das aves foi subtraída do número total de aves vivas, multiplicando-se por 100 no final de cada período.

- **Teores de matéria mineral na casca de ovo:** após as mensurações de espessura, as cascas foram agrupadas por tratamento e por período, moídas e armazenadas para análises laboratoriais posteriores. 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 550°C por 4 horas. A matéria mineral foi determinada em percentagem da matéria seca da casca do ovo.

- **Teores de cálcio e 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 espectrofotometria de absorção atômica e o fósforo por colorimetria, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (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 (40 semanas), seis aves por tratamento foram abatidas por deslocamento cervical para retirada das tíbias e posterior análise da matéria mineral na tíbia. A tíbia direita foi utilizada para determinação do teor de fósforo e de cálcio, sendo identificada por tratamento e por repetição. As análises seguiram a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A matéria mineral foi determinada em porcentagem da matéria mineral seca da tíbia.

- **Teores de cálcio e fósforo na tíbia:** a solução mineral foi preparada conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (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.

- **Balanço Cálcio e Fósforo:** durante os 5 dias finais do período experimental, utilizou-se 162 poedeiras distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x3, consistindo de três níveis de cálcio (3,9, 4,2 e 4,5 %) e três relações cálcio/fósforo (9,3, 10,53 e 12,12%) totalizando 9 tratamentos, com 3 repetições e 6 aves por unidade experimental. A ração e a água foram fornecidas às aves à vontade. Ao final desse período, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração foi calculado pela diferença entre a ração fornecida e as sobras de ração. O consumo de cálcio e de fósforo foi obtido pelo consumo de ração total desse período e multiplicado pelo nível de cálcio e de fósforo do tratamento a ser determinado e dividido por 100. Durante esse período, foram coletadas as excretas das aves utilizando bandejas revestidas com plástico para permitir a coleta das excretas que foi realizada duas vezes ao dia. As excretas recolhidas em cada unidade experimental, após a retirada de penas, resíduos de ração e outras fontes de contaminação, foram transferidas para sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em *freezer*. Posteriormente, o conteúdo armazenado foi descongelado, homogeneizado, pesado por repetição e uma alíquota de 200 g foi retirada e mantida em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C para secagem. Em seguida, as excretas foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade do ambiente. Posteriormente, foram pesadas,

moídas em moinho de bola e acondicionadas para as análises laboratoriais. Para determinação da matéria seca, as excretas foram secas em estufa a 105°C por 16 horas e, para determinação da matéria mineral, foram queimadas a 550°C por 4 horas. A solução mineral foi preparada conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (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 de fósforo.

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

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico geral:

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

Onde:

Y_{ijk} = observação k da unidade experimental, submetido 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 (12,12; 10,53; 9,30);

$CaRel_{ij}$ = efeito da interação Ca x Rel;

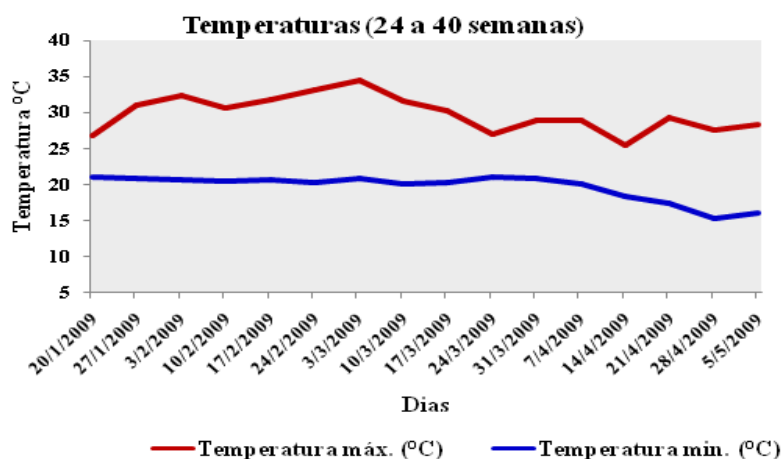
e_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura máxima e mínima média durante todo o período experimental foi de 19,7 e 29,9°C, respectivamente, de acordo com o Gráfico 1, indicando que a temperatura estava fora da faixa de termoneutralidade, pois segundo o Guia de Manejo Hy Line W-36 (2009) a faixa de termoneutralidade para poedeiras está entre 18 e 27°C.

O estresse calórico ocorre quando a temperatura ambiente aumenta acima de sua zona de termoneutralidade. Com isso a capacidade das aves de dissipar calor é acentuadamente reduzida e a sua temperatura corporal aumenta e como sua zona termoneutra se altera com a idade, sexo, tamanho corporal e estado fisiológico das aves (Teeter, 1990), as condições ambientais exatas que proporcionam o estresse calórico não são constantes, tornando o controle do estresse ainda mais difícil.

Gráfico 1: Temperaturas médias, mínima e máxima, registrada no interior da instalação durante o período experimental



4.1 - Desempenho produtivo

Não houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo estudadas para nenhuma das variáveis estudadas, logo os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo comportaram-se de forma independente, por isso as variáveis foram analisadas pelos seus efeitos principais.

Os valores médios referentes à taxa de postura, peso dos ovos, massa dos ovos, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovo e por massa de ovo estão apresentados na Tabela 3.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de cálcio para nenhuma das variáveis estudadas. Quanto à relação cálcio/fósforo, houve efeito linear ($P<0,05$) sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar por dúzia de ovo e por massa de ovo e não afetou ($P>0,05$) a taxa de postura, o peso dos ovos e a massa de ovos.

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

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 ¹ (%)
Postura (%)	85,45	87,46	86,50	ns	86,64	85,75	87,02	ns	3,25
Peso Ovo (g)	55,88	55,07	55,28	ns	55,58	55,46	55,20	ns	2,73
MO (g/ave/dia) ²	47,70	48,10	47,75	ns	48,10	47,50	48,00	ns	4,52
GP (g/ave) ³	-0,67	14,21	20,65	ns	-3,81	16,40	21,62	L*	38,54
CR (g/ave/dia) ⁴	82,60	82,55	82,50	ns	81,63	82,31	83,69	L*	2,77
CADZ (Kg/dz) ⁵	1,13	1,10	1,12	ns	1,09	1,12	1,13	L*	2,48
CAMO (kg/kg) ⁶	1,76	1,73	1,75	ns	1,70	1,74	1,81	L*	3,54

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

¹Coeficiente de variação; ²Massa de ovo; ³Ganho de peso, $Y=109,33-9,20\text{Rel}$; ⁴Consumo de ração, $Y=90,17-0,71\text{Rel}$; ⁵Conversao alimentar/dúzia de ovo, $Y=1,23-0,011\text{Rel}$; ⁶Conversao alimentar/massa de ovo, $Y=2,2-0,042\text{Rel}$.

Apesar da ausência de diferença significativa quanto aos níveis de cálcio, observou-se que a melhor produção de ovos ocorreu com o nível de 4,2% de cálcio na dieta com a relação cálcio/fósforo de 9,30:1. Resultados semelhantes, quanto aos níveis de cálcio, foram encontrados por Pelícia (2008) que trabalharam com poedeiras comerciais (Hisex Brown[®]) em final de primeiro ciclo de produção (59 a 70 semanas) e níveis de cálcio de 3,0; 3,5; 4,0 e 4,5 %. Oliveira (2001), trabalhando com poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção e com níveis de fósforo de 0,21 a 0,45%, também não observaram diferenças estatísticas na produção de ovos. No entanto, Barreto (1994), utilizando poedeiras leves com 40 semanas de idade, verificou que níveis de fósforo abaixo de 0,20% na dieta, não foram capazes de suprir as necessidades das poedeiras.

Os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo não afetaram ($P>0,05$) o peso dos ovos, estando de acordo com Pelícia (2008), Keshavarz & Nakajima (1993), Oliveira *et al.* (1997) e Oliveira (2001) que trabalharam com níveis de cálcio de 2,8 a 4,5% e não observaram efeito no peso dos ovos de poedeiras leves e semipesadas durante o segundo

ciclo de produção. Andrade *et al.* (2003) trabalhando com níveis de 0,094 a 0,494% de fósforo na dieta de poedeiras leves no primeiro ciclo de produção não verificaram efeito sobre o peso dos ovos, porém Sohail & Roland (2002), trabalhando com níveis de 0,1 a 0,7% de fósforo na dieta de poedeiras leves no primeiro ciclo de produção, observaram que o nível mais baixo de fósforo na dieta resultou em menor peso dos ovos concordando com Andrade *et al.* (2003).

Não foi verificado efeito significativo ($P>0,05$) para massa de ovos, com os tratamentos utilizados, contradizendo os resultados encontrados por Pelícia (2008) que trabalhou com poedeiras semipesadas (Hisex Brown[®]) com 59 a 70 semanas de idade e com níveis de cálcio de 3,0 a 4,5 % e verificaram aumento na massa de ovos com maior níveis de cálcio na dieta.

O ganho de peso e o consumo de ração não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta. Resultados diferentes foram obtidos por Araújo *et al.* (2005) e Keshavarz *et al.* (1993) que verificaram diminuição do consumo de ração de poedeiras com 22 semanas de idade, quando aumentou o nível de cálcio de 3,5 para 4,2%. Quanto a relação cálcio/fósforo na dieta o consumo de ração e o ganho de peso aumentaram de forma linear ($P<0,05$), com a diminuição dos valores das relações cálcio/fósforo, ou seja, com o aumento dos níveis de fósforo houve aumento no consumo de ração e no ganho de peso. Estando de acordo com Keshavarz (2003) que trabalhando com poedeiras leves de 30 semanas de idade e alimentadas com dietas contendo de 0,10 a 0,25% de fósforo e uma dieta controle com 0,45% de fósforo observou que houve redução no consumo de ração quando as aves receberam dieta com baixos teores de fósforo disponível (0,2 e 0,1%).

Os melhores valores absolutos ($P>0,05$) de conversão alimentar/dúzia de ovos e conversão alimentar/massa de ovos foram obtidos quando utilizou-se 4,2% de cálcio na dieta. Por outro lado, Pelícia (2008) trabalhando com poedeiras comerciais semipesadas, no segundo ciclo de produção (90 a 108 semanas), com níveis de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%) verificou que os melhores valores para conversão alimentar/dúzia e conversão alimentar/massa de ovos foram obtidos com o nível de 4,5 % cálcio na dieta.

A conversão alimentar por dúzia e conversão alimentar por massa de ovo melhoraram de forma linear ($P<0,05$), com o aumento dos valores das relações cálcio/fósforo, quanto maior o valor da relação cálcio/fósforo menor era o nível de fósforo da dieta, portanto, com o aumento dos níveis de fósforo houve aumento no consumo de ração e piora na conversão alimentar por dúzia e por massa de ovo.

A mortalidade durante o período estudado foi de 0,93%, sendo duas aves no tratamento com 3,9% de cálcio e relação Ca/P de 12,12:1 e uma ave no tratamento com 4,2% de cálcio e relação Ca/P de 12,12:1 não apresentando efeito significativo ($P>0,05$) entre os tratamentos, estando a baixo do número citado como normal pelo manual da linhagem Hy-line (2009), que é de 1,60 % até as 40 semanas de idade.

4.2 - Qualidade de ovo

Os valores médios de peso de ovos (g), de gema (%), de albúmen (%), de casca (%), de espessura de casca (mm), de gravidade específica (g/cm^3), de matéria mineral na casca (%), de cálcio na casca (%), de fósforo na casca (%), e de ovos perdidos (%) estão apresentados na Tabela 4.

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

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 ¹ (%)
Peso Ovo (g)	55,88	55,07	55,28	ns	55,58	55,46	55,20	ns	2,73
Gema (%)	24,30	24,44	24,21	ns	24,20	24,34	24,40	ns	2,23
Albúmen (%)	66,65	66,25	66,37	ns	66,52	66,35	66,40	ns	0,93
Casca (g) ²	5,03	5,16	5,23	L*	5,15	5,16	5,11	ns	3,83
Casca (%) ³	9,05	9,30	9,41	L*	9,27	9,30	9,19	ns	3,55
EC (mm) ⁴	0,24	0,23	0,23	ns	0,24	0,23	0,23	ns	8,66
GE (g/cm^3) ⁵	1,10	1,08	1,09	ns	1,08	1,09	1,10	ns	8,26
MC (%) ⁶	91,94	91,87	91,78	ns	91,81	91,58	92,20	ns	1,28
MC (g) ⁶	4,58	4,69	4,74	ns	4,68	4,67	4,64	ns	4,05
CaC (%) ⁷	31,58	31,64	32,18	L*	31,83	31,78	31,80	ns	2,76
CaC (g) ⁸	1,57	1,62	1,67	L*	1,64	1,62	1,61	ns	6,18
FC (%) ⁹	0,085	0,085	0,082	ns	0,085	0,083	0,084	ns	6,93
FC (mg) ⁹	4,3	4,8	4,2	ns	4,9	4,2	4,3	ns	27,90
OP (%) ¹⁰	1,04	0,69	0,46	L*	0,68	0,95	0,56	ns	94,52

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

¹Coeficiente de variação; ²Casca, $Y=3,76+0,33\text{NCa}$; ³Casca, $Y=6,76+0,60\text{NCa}$; ⁴Espessura de casca (mm); ⁵Gravidade específica (g/cm^3); ⁶Matéria mineral na casca; ⁷Cálcio na casca, $Y=27,58-1,00\text{NCa}$;

⁸Cálcio na casca, $Y=0,96+0,15\text{NCa}$; ⁹Fósforo na casca; ¹⁰Ovos perdidos; $Y=4,76-0,96\text{NCa}$.

Os resultados de qualidade interna do ovo são semelhantes em vários trabalhos porque o aumento da disponibilidade de cálcio se reflete primeiramente na qualidade

externa do ovo, ou seja, na qualidade de casca sendo, menos sensível sua atuação na qualidade interna do ovo.

Os resultados obtidos para percentagem de gema e de albúmen não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta estando de acordo com Pelícia *et al.*, (2009) que trabalhando com poedeiras leves de segundo ciclo de produção (90 semanas) e com níveis de 3,0 e 4,5% de cálcio na dieta, também não observaram efeito dos níveis de cálcio para estas variáveis. Resultados semelhantes também foram obtidos por Costa *et al.* (2004) testando níveis de fósforo de 0,375, 0,305 e 0,235%, em poedeiras semipesadas, não observaram efeitos ($P<0,05$) dos níveis de mineral sobre a percentagem de gema e de albúmen. Contudo, Chowdhury & Smith (2002) observaram efeito linear crescente dos níveis de cálcio (2,5 a 4,5%) sobre o peso da casca em poedeiras leves com 30 semanas de idades.

O peso e o percentual de casca foram afetados linearmente ($P<0,05$) pelos níveis de cálcio na dieta, resultados semelhantes foram obtidos por Chowdhury & Smith (2002) que trabalharam com níveis de cálcio de 2,5 a 4,0% e com poedeiras leves de 30 semanas de idades e verificaram que com o aumento dos níveis de cálcio houve aumento linear no peso e no percentual da casca. Porém as relações cálcio/fósforo não influenciaram significativamente ($P>0,05$) estas variáveis. O aumento no percentual de casca do ovo com o aumento do nível de cálcio na dieta pode ser resultado do aumento no teor de cálcio da casca, estando de acordo com o resultado encontrado por Pelícia *et al.* (2009), que observaram elevação de cálcio na casca conforme elevou-se o cálcio na dieta.

Os resultados encontrados para espessura da casca e para gravidade específica não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de cálcio e pela relação cálcio/fósforo das dietas. Por outro lado Rodrigues *et al.* (2005) trabalhando com níveis de cálcio de 0,5, 2,0 e 3,5% e com poedeiras leves com 68 semanas de idade, verificaram que o nível de 2,0% de cálcio na dieta promoveu aumento na espessura da casca dos ovos. Não houve diferença ($P>0,05$) das relações cálcio/fósforo sobre as variáveis espessura de casca e gravidade específica. Resultados semelhantes foram obtidos por Faria *et al.* (2000) que trabalhando com poedeiras leves de 60 semanas de idade não verificaram efeito dos níveis de fósforo (0,35, 0,45 e 0,55%) sobre estas mesmas variáveis.

Os valores de matéria mineral na casca (g e %) não foram afetados ($P>0,05$) tanto pelos níveis de cálcio quanto pelas relações cálcio/fósforo na dieta, resultados semelhantes foram obtidos por Nunes *et al.* (2006) trabalhando com poedeiras

semipesadas de 16 semanas de idade e diferentes níveis de cálcio (0,6; 1,2; 1,8 e 2,4%) observaram que a quantidade de matéria mineral nas cascas não foi influenciada pelos teores de cálcio nas rações.

O aumento dos níveis de cálcio na dieta promoveu aumento linear ($P < 0,05$) do cálcio na casca do ovo (g e %), fato explicado por Pelícia (2008) que com o aumento dos níveis de cálcio na dieta ocorreu uma possível elevação dos níveis de cálcio plasmático que poderá ser utilizada na calcificação da casca. Entretanto os níveis foram menores que os encontrados por Nunes *et al.* (2006), onde o peso de cálcio na casca encontrado foi aproximadamente 2g. Entretanto, Vieira (2006) trabalhando com poedeiras semi-pesadas, com 40 semanas de idade e diferentes níveis de cálcio na dieta (2,8; 3,3; 3,8) verificou que a deposição de cálcio na casca do ovo foi semelhante entre as dietas.

Os níveis de cálcio afetaram linearmente ($P < 0,05$) a percentagem de ovos perdidos, ou seja, com o aumento dos níveis de cálcio na dieta houve diminuição da percentagem de ovos perdidos. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2002) que verificaram redução nas perdas dos ovos com o aumento dos níveis de cálcio na dieta de poedeiras semipesadas com 42 semanas de idade.

Estudar os fatores que afetam a qualidade da casca de ovos é prioritário devido às significativas perdas financeiras provenientes de deformidades e das quebras. Aproximadamente 6,7% dos ovos de poedeiras comerciais não são comercializáveis, por não apresentarem casca ou por estarem trincados. Outros 6,7% são quebrados durante a colheita, processamento, empacotamento e transporte (Hester, 1999). Roland (1986) relatou perdas de até 13% dos ovos, em virtude da baixa qualidade da casca, mas que podem totalizar até 20%, quando considerado o percurso até o consumidor final. Em países de clima tropical, como no Brasil, esta situação se torna relevante, visto que a casca tende a ficar mais fina em altas temperaturas (Smith, 1990).

4.3 - Características ósseas

Os valores das características do osso tíbia quanto ao peso (g), a matéria mineral (%), o cálcio (%), o fósforo (%), o g estão apresentados na Tabela 5.

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

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 ¹ (%)
PT (g) ²	5,79	5,70	5,58	ns	5,73	5,71	5,63	Ns	11,73
MT (%) ³	45,47	45,64	45,17	ns	45,32	44,92	46,04	Ns	6,65
MT (g) ³	2,64	2,62	2,53	ns	2,61	2,58	2,60	Ns	16,94
CaT (%) ⁴	13,02	13,80	13,00	ns	12,96	12,81	12,95	Ns	7,73
CaT (mg) ⁴	13,00	12,80	12,90	ns	12,90	12,80	12,90	Ns	7,76
FT (%) ⁵	6,24	6,20	6,27	ns	6,23	6,18	6,30	Ns	8,33
FT (g) ⁵	0,45	0,43	0,44	ns	0,45	0,44	0,43	Ns	12,18

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

¹Coeficiente de variação; ²Peso da tibia; ³Matéria mineral na tibia; ⁴Cálcio na tibia; ⁵Fósforo na tibia.

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

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no peso da tibia entre os níveis de cálcio e as relações cálcio/fósforo estudadas. Resultado semelhante foi encontrado por Safaa *et al.* (2008), que avaliaram fontes e níveis de cálcio (3,5 e 4,0%) para poedeiras semipesadas no período de 58 a 73 semanas de idade e não constataram diferença ($P > 0,05$) no peso da tibia atribuída aos níveis de cálcio na ração. Rezende *et al.* (2009), trabalhando com poedeiras leves no período de 46 a 62 semanas de idade, testaram diversas relações cálcio/fósforo, com quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40%), 4,02% de cálcio e suplementação de fitase, e não encontraram efeito dos níveis de fósforo, sem fitase, ou seja, das relações cálcio/fósforo sobre o peso da tibia.

Não houve influencia significativa ($P > 0,05$) dos níveis de cálcio nem das relações cálcio/fósforo sobre a matéria mineral e sobre a deposição de cálcio na tibia, tanto em percentagem como em gramas. Resultados semelhantes foram encontrados por Vargas Jr. *et al.* (2004) em estudo com cinco níveis de cálcio (0,60; 0,70; 0,80; 0,90 e 1,00%) para poedeiras leves de 7 a 12 semanas de idade, e observaram ausência de diferenças significativas entre a matéria mineral óssea e cálcio ósseo. Do mesmo modo, Araújo *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 encontraram influência das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de matéria mineral na tibias das poedeiras. Keshavarz *et al.*, (2003) trabalhando com poedeiras leves de 30 semanas de idade, alimentadas com dieta

contendo de 0,10 a 0,25% de fósforo e uma dieta controle com 0,45% de fósforo, demonstraram que níveis mais baixos de fósforo apresentam matéria mineral da tibia significativamente menores.

Apesar de não ter sido verificado efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de cálcio da ração sobre a deposição de fósforo e de cálcio na tibia, 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). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Pelícia (2008) que não observou influencia dos níveis de cálcio (3,0; 3,75 e 4,5%) sobre o percentual de cálcio na tibia, 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.

As relações cálcio/fósforo não afetaram ($P>0,05$) os teores de cálcio e de fósforo na tibia. Resultados semelhantes foram 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%) e suplementação de fitase em rações com 4,02% de cálcio, verificaram que as relações cálcio/fósforo não afetaram ($P>0,05$) as características ósseas de poedeiras leves pós-pico de postura. Araújo *et al.* (2010) estudando 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, também não encontraram influencia das relações cálcio/fósforo sobre a porcentagem de cálcio e de fósforo na tibia das aves.

4.4 – Minerais na excreta e balanço de cálcio e fósforo

Os valores médios referentes à matéria mineral excretada (% g), consumo de cálcio (g/ave/dia), cálcio excretado (% g), cálcio retido (% g), consumo de fósforo (g/ave/dia), fósforo excretado (% g) e fósforo retido (% g) estão apresentados na Tabela 6.

Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) do nível de cálcio e da relação Ca/P sobre a matéria mineral da excreta. Resultados semelhantes foram obtidos por Pelícia *et al.* (2009) que trabalhando com poedeiras leves de segundo ciclo de produção (90 semanas) e níveis de 3,0 a 4,5% de cálcio e 0,25 a 0,40% de fósforo na

dieta, também verificaram que os níveis de cálcio e de fósforo não influenciaram na matéria mineral da excreta. Por outro lado, o consumo de cálcio aumentou linearmente ($P<0,05$) tanto pela elevação dos níveis de cálcio quanto pelo aumento dos níveis de fósforo na dieta em virtude da diminuição da relação Ca/P. Houve aumento linear ($P<0,05$) nos valores de cálcio excretado (g e %) com o aumento dos níveis de cálcio na dieta, porém o percentual de cálcio retido diminuiu linearmente ($P<0,05$). O mesmo não ocorreu ($P>0,05$) com os diferentes valores da relação cálcio/fósforo, sobre estas variáveis.

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

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

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

¹Coeficiente de variação; ²Mineral na excreta; ³Consumo de cálcio, $Y=0,18+0,86NCa-0,03Rel$; ⁴Cálcio na excreta, $Y=-5,60+2,19NCa$; ⁵Cálcio na excreta, $Y=-4,64+1,85NCa$; ⁶Cálcio retido, $Y=110,81-8,28NCa$; ⁷Cálcio retido, $Y=4,63+1,47NCa$; ⁸Consumo de fósforo, $Y=0,34+0,08NCa-0,03368Rel$; ⁹Fósforo excretado, $Y=-0,01+0,06NCa-0,01Rel$; ¹⁰Fósforo excretado, $Y=-0,89+0,05NCa$; ¹¹Fósforo retido; ¹²Fósforo retido, $Y=1,28+0,28NCa-0,12Rel$.

O consumo de cálcio e de fósforo aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de cálcio e com a diminuição das relações Ca/P, podendo ser explicado devido ao maior consumo de ração e consequentemente ao maior consumo de cálcio e de fósforo, diminuindo desta forma o aproveitamento desses minerais pelo organismo, sendo eliminado nas excretas. Resultados semelhantes foram obtidos por Pelícia (2008) que trabalhando com poedeiras semipesadas de 90 a 108 semanas de

idade e recebendo dietas com níveis de cálcio de 3,0 a 4,5% e de 0,25 a 0,40 % de fósforo.

Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de cálcio da dieta sobre o cálcio retido (g e %). Os níveis de cálcio afetaram o consumo de cálcio com efeito linear e positivo sobre o cálcio retido e sobre a quantidade de cálcio nas excretas. Observando as equações lineares para retenção e excreção de cálcio, verificou-se que a excreção de cálcio aumentou 1,85 g/dia, enquanto a retenção do cálcio aumentou 1,47 g/dia, por ponto percentual de cálcio na dieta. Consequentemente, houve um efeito decrescente na eficiência de retenção de cálcio à medida que aumentou o nível de cálcio na dieta, fato que também foi verificado por Vieira (2006). Estando de acordo com os resultados encontrados neste trabalho, Chowdhury & Smith (2002) observaram efeito crescente do aumento dos níveis de cálcio da dieta sobre as perdas de cálcio nas excretas e redução na retenção do cálcio.

O fósforo excretado em gramas e em percentagem aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de cálcio das rações, porém somente a percentagem de fósforo excretado aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a redução da relação Ca/P.

A quantidade em gramas de fósforo retido aumentou linearmente ($P < 0,05$) tanto com o aumento dos níveis de cálcio quanto com a diminuição da relação Ca/P. No entanto, Keshavarz & Nakajima (1993) trabalhando com poedeiras semipesadas e 30 semanas de idade, alimentadas com níveis de 0,40, 0,35 e 0,30% de fósforo e observaram que com o aumento dos níveis de fósforo na dieta houve aumento na taxa de passagem da digesta, diminuindo sua absorção e aumentando sua eliminação nas excretas.

5 – CONCLUSÕES

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida Paz, I.C.L.; Mendes, A.A.; Balog, A. *et al.* Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.58, p.173-183. 2009.

Almeida Paz, I.C.L. *et al.* Qualidade óssea, produção e qualidade de ovos de poedeiras semi-pesadas em primeiro ciclo de produção. **Pubvet**, v.2, n.23, Junho, 2010. Disponível em <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=249>.

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

Andrade I.S.; *et al.* Níveis de fósforo e de fitase em rações para poedeiras semipesadas à base de milho e farelo de soja [CD-ROM]. **Anais da 40th Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**; 2003; Santa Maria, Rio Grande do Sul. Brasil: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2003.

Araújo J.A.; *et al.* Níveis de cálcio, fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras após a muda forçada [CD-ROM]. **Anais da 42th Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**; 2005; Goiânia, Goiás. Brasil: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2005.

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

Barreto S.L.T. Efeito de níveis de fósforo disponível durante o pico de postura para duas linhagens de poedeiras comerciais leves [dissertação]. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**; 1994.

Bertechini A.G. Nutrição de monogástricos [trabalho de conclusão de curso]. **Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior**; 1998.

Berto, D. A.; Gracia E. A.; Pelícia K.; Molino A., B.; Faitarone A., B., G.; Vercese F.; Níveis de cálcio e clinoptilolita na dieta, qualidade óssea e excretas de poedeiras comerciais. **Disponível em:** http://www.fmvz.unesp.br/Noticias/Not_30/Daniella_APA2009.pdf. Acessado em: 01/07/2009.

Bruno, L.G.D. 2002. Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente. Tese (Doutorado). **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista**. UNESP. Jaboticabal. 72 p.

Classen, H.L.; Scott, T.A. Self-selection of calcium during the rearing and early laying periods of White Leghorn pullets. **Poultry Science**. v.61, n.10, p.2065-2074, 1982.

Champe, P.C. & Harvey, R.A. Aminoácidos: Catabolismo dos esqueletos de carbono. **Bioquímica Ilustrada**. Artes Médicas, Porto Alegre, 2 ed. 1997. 249-262p.

Chowdhury S.R.; Smith T.K. Dietary interaction of 1,4-diaminobutane (putrescine) and calcium on eggshell quality and performance in laying hens. **Poultry Science**. 2002; 81:84-91.

Clunies, M.; Leeson, S. Effect of dietary calcium level on plasma proteins and calcium flux occurring during a 24h ovulatory cycle. **Can. J. An. Sci.**, Ottawa, v. 75, p. 439-444, 1995.

Cook, M. E. Skeletal deformities and their causes: Introduction. **Poultry Science**, v.79, n.7, p.982-984, 2000.

Coon, C. N. and Zhiqiang Cao, 1991. The methionine and cystine requirement of molted layers. **Degussa Tech Symposium**. p26-45. Indianapolis, Indiana.

Costa F.G.P.; *et al.* Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira** 2004; 5:73-81.

De Lange, K.; Nyachoti, M.; Birkett, S. Manipulation of diets to minimize the contribution to environmental pollution. **Advances in pork production**, v.10, p.173-186, 1999.

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.

Reece, W.O. Dukes: **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12^a ed., Guanabara Koogan S.A., 2007.

Elaroussi, M.A.; Forte, L.R.; Eber, S.L. et al. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. **Poultry Science**, v.73, p.1581-1589, 1994.

Etches, R. J. 1996. Reproduction in poultry. **CAB International**, Wallingford, UK, 328pp.

Faria D.E.; *et al.* Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia** 2000; 29(2):458-466.

Fernandes, I. C. Fisiologia e Patogênese Óssea. **Disponível em:** <<http://www.hurnp.uel.br/farmacologia/materias/gregghi03.htm>>. Acesso em: 01/02/2010.

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

Hester, P.Y. 1999. A qualidade da casca do ovo. **Avicultura industrial**, 90 (1072): 20-30.

Highfill, C. Calcium, phosphorus and vitamin D³ in your birds diet. **Winged Wiston Pet Bird Magazine**. April Magazine. 1998.

Honma, N.H. Efeitos dos níveis nutricionais de cálcio sobre a capacidade reprodutiva e integridade dos ossos de galos reprodutores de corte. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 63p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, 1992.

Hudson, B.P.; Lien R.J.; Hess J.B. 2000. Effects of early protein intake on development and subsequent egg production of broiler breeder hens. **Journal Appl. Poultry Res.**, 9: 324-333.

Hunton, P. Pesquisas sobre a estrutura e a qualidade da casca do ovo: um histórico. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas. Santos, 2004. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. v.2, p.21-24.

Hy line s.d. **Manual de manejo Hy-line**. Granjas Ito, Sumaré, Brasil, 2009, 44p..

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

Ito, R.I. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade da casca de ovos. In: **III Curso de atualização em avicultura para postura comercial**, n.3 2006, Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 77-98.

Jardim Filho, R.M.; Stringhini, J.H.; Café, M.B.; Leandro, N.S.M.; Cunha, W.C.P.; Nascimento Júnior, O. 2005. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum**, 27: 35-41.

Julian, R.J. 2005. Patologias ósseas em aves. In: **Conferência Apinco 2005 de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Santos, SP. Brasil. *Anais*: 107-122.

Keshavarz K.; Nakajima S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science** 1993; 72(1):144-153.

Keshavarz, K. Influence of feeding a high calcium diet for various durations in prelaying period on growth and subsequent performance off white leghorn pullets. **Poultry Science**, v.66, n.10, p.1576-1582, 1987.

Keshavarz, K. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, v.82, p.71-91, 2003.

Klasing, K. Comparative avian nutrition. **Wallingford: CAB**, 1998. 350p.

Korver, D. Prevenção e tratamento da tetania hipocalcêmica em matrizes de corte. **Informativo Agroross Tecnologia – Agroceres Ross**, ano 4, n.7, 2002, 5p.

Larbier, M. e Leclercq, B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. **INRA**, Paris, França.

Leeson, S.; Summers, J.D. Commercial poultry nutrition. 2.ed. **Ontario: Book University**, 350p. 1997.

Leeson, S.; Summers, J.D. Commercial poultry nutrition. 3ed. **University Books. Canadá**. 406p. 2005.

Louzada, M.J.Q. 1997. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. **Veterinária e Zootecnia**, 9: 95-109.

Maggioni, R.; *et al.* Efeito do horário de fracionamento de dietas contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de casca em poedeiras semipesadas no verão. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33., 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 47-49.

McDowell, L.R. Calcium and phosphorus. *In*: McDowell, L. R.: Books. Vitamins in animal nutrition. **Academic Press**, 1992. p. 26-77.

Mendonça Júnior, C.X. Fatores nutricionais envolvidos na qualidade do ovo. *In*: Simpósio técnico de produção de ovos, 3, São Paulo, 1993. **Anais...** São Paulo: APA, 1993. p. 29-51.

Meyer, G.B.; Babcock, S.W.; Sunde, M.L. Effect of various prelaying levels of dietary calcium upon subsequent performance in chickens. **Poultry Science**, v.50, n.2, p.536-547, 1971.

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

Miles, R. Fatores nutricionais relacionados à qualidade da casca dos ovos. *In*: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000. Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGA, 2000. p. 195-173.

Moreng, R.E.; Avens, J.S. Ciência e produção de aves. São Paulo: **Roca**, 1990.

National Research Council - NRC. Nutrient requirements of poultry. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 1994.

National Research Council - NRC. Nutrient requirements of poultry. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 2001.

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

Nunes, R.V.; Pozza, P.C.; Scherer, C.; Campestrini, E.; Rocha, L.D.; Nunes, C.G.V.; Costa, F.G.P. 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, n.5, p.2007-2012, 2006.

Oliveira J.E.F.; Oliveira B.L.; Bertechini A.G. Níveis de cálcio granulometria e horário de fornecimento de calcário no desempenho e na qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. **Ciência e Agrotecnologia** 1997; 21:502-510.

Oliveira J.R. Níveis de cálcio e de fósforo em dietas de poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção [dissertação]. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**; 2001.

Oliveira, J.R.; *et al.* Níveis de cálcio em dietas para poedeiras leves e semipesadas no segundo ciclo de produção. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 26, n. 5, 8 p. 1060-1067, 2002.

Onyango, E.M.; Hester P.Y.; Strohshime R.; Adeola O. 2003. Bone densitometry as an indicator of tibia ash in broiler chickens fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, 82: 1787-1797.

Pelícia, K.; Garcia, E. A.; Scherer, M. R. S.; Móri, C.; Dalanezi, J. A.; Faitarone, A. B. G.; Molino, A. B.; Berto, D. A. 2007. Alternative calcium source effects on commercial egg production and quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 9 (2): 105-109.

Pelícia, K. Efeito dos níveis de cálcio, fósforo e granulometria de calcário na dieta de poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. 2008, 118 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

Pelícia, K.; Garcia, E. A.; Faitarone A.B.G.; Silva A.P.; Berto D.A., Molino A.B.; Vercese F. 2009. Calcium and Available Phosphorus levels for laying hens in second production cycle. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 11(1): 39-49.

Pizzolante, C.C.; Garcia, E.A.; Laganá, C.; Saldanha, E.S.P.B.; Deodato, A.P.; Faitarone A. B. G.; Scherer, M. R.; Batista, L. 2006. Effect of the calcium level and limestone particle size on the performance of semi-heavy layers in the second cycle of egg production. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 8 (3): 173-176.

Price, J. S.; Russel, S. G. Bone remodeling: regulation by systemic and local factors. In: Whitehead, C. C. (Ed.). **Bone biology and skeletal disorders in poultry**. Poultry Science Symposium 23. Carfax Publishing Co., 1992. p.38-60.

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

Ribeiro, E.M.; Gonçalves, F.M.; Anciuti, M.A.; Lopes, M.S.; Montagner, P.; Corrêa, M.N.; Del Pino, F.A.; Gentilini, F.P. Níveis de cálcio e fósforo séricos em poedeiras comerciais no pré-Pico e pico de produção de ovos. 2008.

Rodrigues E.A.; *et al.* Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum Animal Sciences** 2005; 27(1):49-54.

Roland, D.A. Egg shell quality III: calcium and phosphorus requirements of commercial leghorns. **World Poultry Science Journal**, Madson, v. 42, n. 2, p. 154-165, June 1986.

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). **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 2005. 141p.

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, n.1, p.187-196, 2001.

Sá, L.M.; *et al.* Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, na fase de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.307-406, 2004.

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.

Schmidt, E.M.S.; Locatelli-Dittrich, R.; Santin, E.; Paulillo, A.C. Patologia clínica em aves de produção – uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.9 -20, 2007.

Schreiweis, M.A.; Orban, J.I.; Ledur, M.C.; Hester, P.Y. The use densitometry to detect differences in bone mineral density and content of live white Leghorns fed varying levels o dietary calcium. **Poultry Science**. v.82, p.1292-1301, 2003.

Silva, D.J. Análises de alimentos (Métodos físicos e biológicos). **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 2001. 166p.

Silva, D.J. & Queiroz, A.C. Análises de alimentos – Métodos químicos e biológicos. 3 ed. **Viçosa: UFV**, 2002. 235p.

Silva, J.H.V.; Araújo, 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, 2008 (no prelo).

Silversides, F.G.; Scott, T.A.; Korver, D.R. *et al.* A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheatbased diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, v.85, p.297-305, 2006.

Smith, A.J. The tropical agriculturalist: poultry. Hong Kong: **The Macmillan Press**, 1990. 41 p.

Sohail, S.S.; Roland, D.A. Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-line W36 hens. **Poultry Science**, v.81, p.75-83, 2002.

Statistical Analyses System. **User's guide** (CD-ROM]. Cary; 2000. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics. New York: Mcgraw-Hill; 1980.

Teeter R.G. Estresse calórico em frangos de corte. Anais da 8th Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 1990; Campinas, São Paulo. Brasil: **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola**; 1990. p. 33-44.

Underwood, E. J.; Suttle, N. F. Mineral nutrition of livestock. 3th ed. London: **CAB International**, 1999. 614 p.

Vargas Jr., J.G. Exigências de cálcio e fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas. **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 2002. 113p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

Vargas, J.G.; Albino, L.F.T.; Horacio, S.R. *et al.* Níveis Nutricionais de Cálcio e Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 0 a 6 Semanas de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, p.1919-1926, 2003.

Vargas J.R.; Albino, L.F.T.; Rostagno, H.S.; Gomes, P.C.; Carvalho, D.C.O; Cupertino, E.S.; Toledo, R.S. e Pinto, R. Níveis Nutricionais de Cálcio e de Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 13 a 20 Semanas de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1263-1273, 2004.

Vieira, M.M. Níveis de cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte. 2006. 68f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

Wu, G.; Liu, Z.; Bryant, M.M. *et al.* Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, p.64-9, 2006.

Yan, F. *et al.* Comparison of Methods to Evaluate Bone Mineralization. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.492–498, 2005.

Zhang, B. and Coon, C.N. 1997. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in Vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poultry Sci.**, 76: 1702- 1706.

Zoollitsch, W.; Zhiqiang, C.; Peguri, A. *et al.* Nutrient requirements of laying hens. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, 1996, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.109-159.

APÊNDICE A

Tabela 1a. Temperatura (T°C) registrada no interior do galpão experimental durante o período de 24 a 27 semanas de idade das aves.

Dia	Termômetro 1 T°C		Termômetro 2 T°C		Termômetro 3 T°C		Média do dia T°C	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
20/01/09	24,0	29,0	24,0	28,5	22,0	28,0	23,33	28,50
21/01/09	22,0	29,0	22,0	29,0	22,0	29,0	22,00	29,00
22/01/09	21,0	29,0	22,0	28,0	21,0	29,0	21,33	28,67
23/01/09	20,0	22,0	21,0	22,0	18,0	22,0	19,67	22,00
24/01/09	20,0	22,0	21,0	22,0	20,0	22,0	20,33	22,00
25/01/09	20,5	28,5	21,5	28,5	20,5	28,0	20,83	28,33
26/01/09	20,0	29,0	21,0	29,0	20,0	29,0	20,33	29,00
27/01/09	21,0	22,0	22,0	22,0	20,0	23,0	21,00	22,33
28/01/09	21,0	29,0	21,5	28,0	20,0	28,5	20,83	28,50
29/01/09	21,5	32,0	21,5	31,5	21,0	30,0	21,33	31,17
30/01/09	20,5	33,0	21,5	32,5	20,0	31,5	20,67	32,33
31/01/09	22,0	35,0	22,0	35,0	21,0	33,0	21,67	34,33
01/02/09	21,0	35,0	22,0	35,0	20,0	35,0	21,00	35,00
02/02/09	20,0	33,0	21,0	32,0	20,0	34,5	20,33	33,17
03/02/09	20,5	32,0	21,5	32,0	20,5	30,0	20,83	31,33
04/02/09	21,0	32,0	23,0	32,0	20,0	31,0	21,33	31,67
05/02/09	20,0	33,0	21,5	32,0	20,0	31,5	20,50	32,17
06/02/09	19,0	34,0	21,0	33,0	18,5	33,0	19,50	33,33
07/02/09	21,0	33,5	22,0	32,0	21,0	32,0	21,33	32,50
08/02/09	21,0	33,0	22,0	33,0	21,0	32,0	21,33	32,67
09/02/09	20,0	35,0	19,0	33,0	20,0	31,0	19,67	33,00
10/02/09	22,0	32,0	22,0	32,0	21,0	31,0	21,67	31,67
11/02/09	22,0	33,0	22,0	33,0	21,0	32,0	21,67	32,67
12/02/09	21,0	33,0	21,0	32,0	21,0	32,0	21,00	32,33
13/02/09	21,0	30,0	22,0	29,0	21,0	29,0	21,33	29,33
14/02/09	20,0	28,0	18,0	28,0	18,0	28,0	18,67	28,00
15/02/09	20,0	30,0	22,0	29,0	19,0	29,0	20,33	29,33
16/02/09	19,0	32,0	19,0	31,0	18,0	31,0	18,67	31,33

Tabela 2a. Temperatura (T°C) registrada no interior do galpão experimental durante o período de 28 a 32 semanas de idade das aves.

Dia	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3		Média do dia	
	T°C		T°C		T°C		T°C	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
17/02/09	21,0	32,5	21,5	31,5	21,0	31,0	21,17	31,67
18/02/09	21,0	31,5	22,0	32,0	21,0	31,0	21,33	31,50
19/02/09	19,5	31,5	22,0	32,0	18,0	30,5	19,83	31,33
20/02/09	21,0	33,0	22,0	31,0	21,0	32,0	21,33	32,00
21/02/09	20,0	33,0	21,0	32,0	19,0	30,0	20,00	31,67
22/02/09	20,0	34,0	21,0	32,0	19,0	32,0	20,00	32,67
23/02/09	21,0	32,0	22,0	32,0	21,0	31,0	21,33	31,67
24/02/09	20,0	33,0	22,0	32,0	19,0	31,0	20,33	32,00
25/02/09	20,0	34,0	22,0	32,0	19,0	32,0	20,33	32,67
26/02/09	21,0	33,0	22,0	33,0	21,0	31,0	21,33	32,33
27/02/09	21,0	34,0	22,0	33,0	20,0	31,0	21,00	32,67
28/02/09	21,0	35,0	22,0	35,0	21,0	33,0	21,33	34,33
01/03/09	20,0	34,5	21,5	34,5	19,0	33,0	20,17	34,00
02/03/09	18,0	35,5	19,0	35,0	18,0	33,0	18,33	34,50
03/03/09	20,0	37,0	22,0	36,0	19,0	36,0	20,33	36,33
04/03/09	20,5	37,0	22,0	36,0	20,5	35,5	21,00	36,17
05/03/09	21,5	36,0	22,0	35,5	21,0	35,0	21,50	35,50
06/03/09	21,0	37,0	21,5	36,5	21,0	35,0	21,17	36,17
07/03/09	21,0	37,0	22,0	36,5	21,0	34,5	21,33	36,00
08/03/09	20,0	30,0	22,0	30,5	19,0	28,5	20,33	29,67
09/03/09	21,0	32,0	21,0	31,5	21,0	29,5	21,00	31,00
10/03/09	20,0	32,5	21,0	32,0	19,0	31,0	20,00	31,83
11/03/09	19,0	32,5	21,5	32,0	19,0	31,0	19,83	31,83
12/03/09	18,0	33,0	18,0	33,0	17,5	30,5	17,83	32,17
13/03/09	19,0	33,0	19,0	32,5	18,0	31,0	18,67	32,17
14/03/09	20,5	33,5	21,5	31,5	21,0	31,5	21,00	32,17
15/03/09	22,0	31,5	22,0	31,5	21,5	31,5	21,83	31,50
16/03/09	21,5	30,5	22,0	28,5	21,0	29,0	21,50	29,33

Tabela 3a. Temperatura (T°C) registrada no interior do galpão experimental durante o período de 33 a 36 semanas de idade das aves.

Dia	Termômetro 1 T°C		Termômetro 2 T°C		Termômetro 3 T°C		Média do dia T°C	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
17/03/09	21,0	30,0	22,0	27,5	21,0	29,5	21,33	29,00
18/03/09	21,0	31,0	21,5	30,5	21,0	28,5	21,17	30,00
19/03/09	21,0	30,5	21,5	30,5	21,0	29,0	21,17	30,00
20/03/09	17,0	32,0	16,5	31,5	17,0	30,0	16,83	31,17
21/03/09	19,0	32,5	19,0	32,0	18,5	30,5	18,83	31,67
22/03/09	21,0	32,5	22,0	31,5	21,0	30,0	21,33	31,33
23/03/09	21,0	29,0	21,0	28,0	21,0	28,5	21,00	28,50
24/03/09	21,5	28,0	22,0	27,5	21,0	27,0	21,50	27,50
25/03/09	21,5	26,5	21,5	27,0	20,0	26,0	21,00	26,50
26/03/09	19,0	25,5	19,0	26,0	18,0	26,0	18,67	25,83
27/03/09	21,0	27,0	22,0	27,0	21,0	26,0	21,33	26,67
28/03/09	22,0	25,5	22,0	26,0	21,0	25,6	21,67	25,70
29/03/09	22,0	29,0	22,0	27,0	21,0	28,0	21,67	28,00
30/03/09	22,0	28,5	21,5	28,5	21,0	28,5	21,50	28,50
31/03/09	21,5	29,5	22,0	28,0	21,0	29,0	21,50	28,83
01/04/09	21,0	28,0	22,0	27,5	21,0	28,0	21,33	27,83
02/04/09	21,0	26,5	22,0	27,0	21,0	26,0	21,33	26,50
03/04/09	20,0	29,0	21,5	28,0	19,0	28,0	20,17	28,33
04/04/09	19,0	30,0	21,0	30,0	18,5	29,0	19,50	29,67
05/04/09	21,0	32,0	21,5	31,0	21,0	30,5	21,17	31,17
06/04/09	20,5	30,5	22,0	31,0	20,0	30,0	20,83	30,50
07/04/09	21,0	30,0	21,5	31,0	21,0	31,0	21,17	30,67
08/04/09	18,0	30,0	18,0	28,0	18,0	28,0	18,00	28,67
09/04/09	17,5	31,5	17,5	31,5	17,0	31,0	17,33	31,33
10/04/09	20,5	31,0	21,5	31,5	21,0	30,0	21,00	30,83
11/04/09	21,5	26,0	22,0	26,0	21,0	29,5	21,50	27,17
12/04/09	21,0	26,0	21,5	27,5	21,0	27,0	21,17	26,83
13/04/09	21,5	26,0	21,5	27,0	21,0	27,5	21,33	26,83

Tabela 4a. Temperatura (T°C) registrada no interior do galpão experimental durante o período de 37 a 40 semanas de idade das aves.

Dia	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3		Média do dia	
	T°C		T°C		T°C		T°C	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
14/04/09	21,0	26,0	21,5	27,0	21,0	26,0	21,17	26,33
15/04/09	19,5	26,0	21,0	27,0	25,5	19,0	22,00	24,00
16/04/09	18,0	21,0	18,0	21,0	20,5	22,0	18,83	21,33
17/04/09	22,0	27,0	22,0	27,0	22,0	27,0	22,00	27,00
18/04/09	14,0	22,0	17,0	28,0	14,0	26,0	15,00	25,33
19/04/09	17,0	28,0	18,0	28,0	15,0	28,0	16,67	28,00
20/04/09	13,0	28,0	13,0	26,0	14,0	27,0	13,33	27,00
21/04/09	15,0	30,0	17,0	31,0	15,0	29,0	15,67	30,00
22/04/09	16,0	28,0	17,0	27,0	16,0	26,0	16,33	27,00
23/04/09	16,0	29,0	17,0	28,0	15,0	28,0	16,00	28,33
24/04/09	17,0	30,0	18,0	31,0	17,0	31,0	17,33	30,67
25/04/09	17,0	30,0	18,0	31,0	18,0	30,0	17,67	30,33
26/04/09	28,0	30,0	19,0	31,5	18,0	30,5	21,67	30,67
27/04/09	18,0	28,0	18,0	29,0	17,0	27,0	17,67	28,00
28/04/09	17,0	29,0	17,5	28,0	17,0	28,5	17,17	28,50
29/04/09	15,0	29,0	17,0	29,0	14,5	28,5	15,50	28,83
30/04/09	14,0	29,0	14,0	29,0	14,0	29,5	14,00	29,17
01/05/09	16,0	27,0	15,0	28,0	15,0	27,0	15,33	27,33
02/05/09	14,0	26,0	13,0	25,0	16,0	26,0	14,33	25,67
03/05/09	18,0	28,0	17,0	29,0	17,0	28,0	17,33	28,33
04/05/09	14,0	26,0	14,0	26,0	14,0	26,0	14,00	26,00
05/05/09	14,0	26,0	13,5	24,5	13,5	26,0	13,67	25,50
06/05/09	17,0	28,0	17,5	28,5	17,0	27,0	17,17	27,83
07/05/09	17,0	30,5	17,5	30,0	17,0	30,0	17,17	30,17
08/05/09	17,0	30,0	18,0	28,5	17,0	29,5	17,33	29,33
09/05/09	16,0	28,0	17,0	29,0	15,0	27,5	16,00	28,17
10/05/09	15,0	28,5	17,0	29,0	14,0	28,0	15,33	28,50
11/05/09	15,5	29,5	17,0	28,5	15,0	29,0	15,83	29,00

APÊNDICE B

Tabela 1b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) da produção de ovos (P), massa de ovo (MO), peso de ovo (PO), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ), conversão alimentar por massa de ovos (CAMO), consumo de cálcio (CCa) e consumo de fósforo (CPd).

F.V. ¹	P		MO		PO		GP		CR		CADZ		CAMO		CCa g		CPd g	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	10,7614	2	0,3334	2	4,6251	2	10174,0000	1	36,9282	1	0,0091	1	0,1270	2	2,4766	2	0,1034
F. Ajuste	6	67,2142	6	19,6017	6	7,3891	6	2965,1149	7	10,6652	7	0,0079	7	0,0291	6	0,0214	6	0,0015
Tratamento	8	77,9757	8	19,9351	8	12,0143	8	13139,1149	8	47,5934	8	0,0171	8	0,1561	8	2,4980	8	0,1049
Resíduo	45	357,0883	45	210,9102	45	103,2249	45	55845,2489	45	234,9828	45	0,0345	45	0,1732	45	0,4107	45	0,0038
Total	53	435,0639	53	230,8453	53	115,2391	53	68984,3638	53	282,5762	53	0,0516	53	0,3293	53	2,9086	53	0,1087
C.V.⁴	3,27		4,50		2,66		37,70		2,72		2,50		3,60		2,70		2,76	
R²	13,80		1,67		38,50		77,43		77,59		53,53		81,37		99,15		98,61	

¹Fonte de variação, ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação.

Tabela 2b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) da percentagem de Gema (G), peso da gema (G), percentagem de albume (ALB), peso de albume (ALB), peso de casca (PC), percentagem da casca (C), espessura de casca (EC), gravidade específica (GE) e ovos perdidos (OP).

F.V. ¹	G		ALB		PC		C		EC		GE		OP	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	0,4469	2	0,8600	1	0,3516	1	1,1459	2	0,0007	2	0,0225	1	2,9803
F. Ajuste	6	1,4599	6	3,0637	7	0,2093	7	0,5719	6	0,0006	6	0,6245	7	3,1234
Tratamento	8	1,9068	8	3,9237	8	0,5609	8	1,7179	8	0,0012	8	0,6470	8	6,1036
Resíduo	45	13,2470	45	17,3397	45	1,7449	45	4,8528	45	0,0191	45	-0,2093	45	21,4758
Total	53	15,1538	53	21,2634	53	2,3058	53	6,5707	53	0,0203	53	0,4377	53	27,5794
C.V.⁴	2,24		0,96		3,90		3,56		8,47		8,17		94,91	
R²	23,44		21,92		62,68		66,71		54,13		3,47		48,83	

¹Fonte de variação; ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação.

Tabela 3b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) dos minerais na casca (MC), percentagem de cálcio na casca (CaC), fósforo na casca (PC).

F.V. ¹	MC%		MC g		CaC %		CaC g		PC%		PC g	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	1,3255	1	0,2363	1	3,2692	1	0,0910	2	0,0001	2	0,0000
F. Ajuste	6	7,6149	7	0,2126	7	3,6137	7	0,0603	6	0,0002	6	0,0000
Tratamento	8	8,9404	8	0,4489	8	6,8829	8	0,1513	8	0,0003	8	0,0000
Resíduo	45	66,9979	45	1,6080	45	34,8440	45	0,4541	45	0,0015	45	0,0001
Total	53	75,9383	53	2,0568	53	41,7269	53	0,6054	53	0,0018	53	0,0001
C.V.⁴	1,33		4,15		2,78		6,36		7,03		27,82	
R²	14,83		52,64		47,50		60,15		22,81		23,21	

¹Fonte de variação; ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação.

Tabela 4b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) do Peso da Tíbia, matéria mineral na tíbia (MT), cálcio na tíbia (CaT), fósforo na tíbia (PT).

F.V. ¹	Peso Tíbia g		MT %		CaT %		PT %	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	0,4733	2	4,5955	2	0,1030	2	0,0479
F. Ajuste	6	2,5961	6	39,4872	6	2,6464	6	0,8809
Tratamento	8	3,0694	8	44,0828	8	2,7494	8	0,9288
Resíduo	45	20,0811	45	411,4526	45	44,8196	45	12,1664
Total	53	23,1505	53	455,5354	53	47,5690	53	13,0952
C.V.⁴	18,61		188,96		7,65		8,32	
R²	15,42		10,42		3,75		5,15	

¹Fonte de variação, ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴ Coeficiente de variação.

Tabela 5b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) do Peso da Tíbia, matéria mineral na tíbia (MT), cálcio na tíbia (CaT), fósforo na tíbia (PT).

F.V. ¹	Peso Tíbia g		MT g		CaT g		PT g	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	0,4733	2	0,1177	2	0,0000	2	0,0015
F. Ajuste	6	2,5961	6	1,0708	6	0,0000	6	0,0118
Tratamento	8	3,0694	8	1,1885	8	0,0000	8	0,0133
Resíduo	45	20,0811	45	8,7238	45	0,0000	45	0,1301
Total	53	23,1505	53	9,9123	53	0,0000	53	0,1434
C.V.⁴	18,61		17,35		7,68		12,29	
R²	15,42		9,91		4,50		11,24	

¹Fonte de variação, ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação.

Tabela 6b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) da matéria mineral na excreta (ME), cálcio na excreta (CaE), cálcio retido (CaR), fósforo excretado (PE), fósforo retido (PR).

F.V. ¹	ME %		CaE %		CaR %		PE %		PR %	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	173,9743	1	7,7993	1	111,0520	2	0,0103	2	0,6338
F. Ajuste	6	311,9313	7	1,5682	7	126,8249	6	0,0021	6	36,5087
Tratamento	8	485,9056	8	9,3676	8	237,8769	8	0,0124	8	37,1425
Resíduo	18	686,5773	18	1,6237	18	102,8797	18	0,0040	18	42,9907
Total	26	1172,4829	26	10,9913	26	340,7565	26	0,0164	26	80,1332
C.V.⁴		17,52		8,32		3,14		8,77		1,76
R²		35,80		83,26		46,68		83,26		1,71

¹Fonte de variação, ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação.

Tabela 7b – Resumo das análises de variância da regressão e coeficiente de variação (CV) da matéria mineral na excreta (ME), cálcio na excreta (CaE), cálcio retido (CaR), fósforo excretado (PE), fósforo retido (PR).

F.V. ¹	ME g		CaE g		CaR g		BCCa		PE g		PR g		BCP	
	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³	G.L. ²	Q.M. ³
Regressão	2	109,5732	1	5,5500	1	3,5317	1	2,0372	1	0,0052	2	0,6338	1	0,0238
F. Ajuste	6	314,9796	7	2,7081	7	2,1581	7	2,9343	7	0,0058	6	0,0205	7	0,0057
Tratamento	8	424,5527	8	8,2582	8	5,6897	8	4,9715	8	0,0110	8	0,6543	8	0,0295
Resíduo	18	677,6353	18	1,8512	18	8,0674	18	2,0278	18	0,0078	18	0,0726	18	0,0078
Total	26	1102,1880	26	10,1094	26	13,7571	26	6,9993	26	0,0188	26	0,7268	26	0,0373
C.V.⁴	20,06		10,24		6,18		0,41		14,13		5,32		11,89	
R²	25,81		67,21		62,07		40,98		46,85		96,87		80,58	

¹Fonte de variação, ² grau de liberdade; ³ quadrado médio; ⁴Coeficiente de variação.