

**DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA**

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETA PARA CODORNAS  
JAPONESAS DE 26 A 38 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  
2009**

DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETA PARA CODORNAS  
JAPONESAS DE 26 A 38 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 06 de julho de 2009

---

Professor Juarez Lopes Donzele  
(Co-orientador)

---

Professora Rita Flávia Miranda de  
Oliveira

---

Professor José Geraldo de Vargas Júnior

---

Professor Paulo Cezar Gomes

---

Professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto  
(Orientador)

Ao meu Deus, motivo de todas as coisas coexistirem, ao provedor e sustentador da vida.  
Aos meus pais, Durval e Nilma, mesmo na distância, me deram forças para essa conquista.  
Aos meus irmãos, Durval Júnior, Ana Flávia e Aline e ao meu sobrinho João Pedro. A  
Meiry e família que estiveram presentes nessa caminhada, ao meu lado.

DEDICO.

“Diminua a tristeza, some alegrias,  
multiplique a paz e o mais importante, divida o  
amor”. “Amar a Deus sobre todas as coisas, e ao  
próximo como a ti mesmo”.

Danilo Vargas G. Vieira

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), cito o Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade e espaço cedido, para que fosse possível desenvolver a referente pesquisa.

Aos professores: Aloísio Soares Ferreira, Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino pela contribuição, orientação, e ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto pelo apoio e confiança, ao meu ingresso na Pós-Graduação.

Aos funcionários da seção de Avicultura do DZO da UFV, Mauro, Elísio e José Elino, e aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Mário e Waldir.

Aos estagiários, Matheus Henrique Valeriano, Luiz Felipe Fernandes da Silva, Raquel Mencialha, Luiz Filipe Domeniche de Jesus, Keila Stefani Barbosa, Roberta Kely Viana Mendes, a amiga e aluna de Pós-Graduação, Silvana Marques Pastore, e a estagiária (UFES), Meiry Rodrigues Cassuce.

Aos meus pais, Durval Gonçalves Vieira e Nilma Lene Gomes Vargas Vieira, que mesmo na ausência foram fundamentais nessa vitória, a eles, dedico essa conquista. Aos meus irmãos Durval Júnior Vargas Vieira, Ana Flávia Vargas Vieira e Aline Vargas Gonçalves Vieira. Meus avós paternos, José Gonçalves Vieira e Maria Aparecida de Lama Vieira e maternos Alcides Pires Vargas e Izabel Gomes Vargas e a minha namorada Meiry Rodrigues Cassuce e sua família.

## **BIOGRAFIA**

DANILO VARGAS GONÇALVES VIEIRA, nascido em 01 de Junho de 1983 na cidade de Itanhomi Minas Gerais. Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal do Espírito Santo em fevereiro de 2008, em março de 2008 ingressou no curso de Pós-Graduação em Nutrição e Produção de Monogástrico na Universidade Federal de Viçosa.

## ÍNDICE

<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETA PARA CODORNAS JAPONESAS DE 26 A 38 SEMANAS DE IDADE.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## RESUMO

VIEIRA, Danilo Vargas Gonçalves. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009.  
**Níveis de cálcio e de fósforo em dieta para codornas japonesas de 26 a 38 semanas de idade.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Juarez Lopez Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Esta pesquisa foi realizada, no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, objetivando-se avaliar o desempenho e a deposição mineral na tíbia de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3, com doze tratamentos, sete repetições e oito aves por unidade experimental. As dietas foram isoprotéicas (19,3%), isocalóricas (2.800 kcal de EM/kg) e isoaminoacídicas. Verificou-se interação significativa apenas para o consumo de ração e consumo de cálcio. Houve efeito quadrático e linear dos níveis de fósforo disponível sobre o consumo de ração e de cálcio em dietas contendo 2,0 e 2,5% de cálcio, respectivamente. Efeito não significativo dos níveis de fósforo disponível foi observado em dieta contendo 3,0% de cálcio. A conversão alimentar por massa de ovos e a produção de ovos comercializáveis, foram influenciadas pelo nível de fósforo disponível na dieta de forma linear. Para os parâmetros de qualidade dos ovos, verificou-se aumento linear do peso e da percentagem de casca e redução linear do peso e da percentagem gema em função dos níveis de cálcio da dieta e, para o peso específico, aumento nos níveis de cálcio da dieta proporcionaram melhora de forma linear e para o aumento dos níveis de fósforo disponível, houve redução linear do peso específico. Para a deposição mineral na tíbia das codornas, verificou-se interação significativa dos níveis de cálcio x fósforo disponível da dieta sobre os teores de fósforo e cinzas na tíbia. Observou-se aumento linear dos níveis de fósforo disponível sobre o teor de fósforo na tíbia de aves alimentadas com dieta contendo 3,0% de

cálcio e efeito quadrático e linear sobre o teor de cinzas na tíbia de aves que receberam dietas contendo 2,5 e 3,0% de cálcio, respectivamente. Para o teor de cálcio nas túbias, verificou-se aumento do mesmo com aumento dos níveis de fósforo disponível na dieta, de forma linear. Os demais parâmetros não foram influenciados pelos níveis de cálcio e fósforo disponível nas dietas. Dietas contendo níveis de 2,0% de cálcio e 0,10% de fósforo disponível, correspondendo ao consumo diário de 555,4 mg de cálcio e 27,07 mg de fósforo disponível por ave, atende as exigências desses minerais para obtenção satisfatória do desempenho e da qualidade de ovos de codornas japonesas no período de 26 a 38 semanas de idade.

## ABSTRACT

VIEIRA, Danilo Gonçalves Vargas. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009.

**Levels of calcium and phosphorus in diet for Japanese quail for 26 to 38 weeks of age.** Advisor: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisors: Juarez Lopez Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

This research was conducted at the Poultry Department of Animal Science, Federal University of Viçosa, aiming to evaluate the performance and mineral deposition in the tibia of Japanese quail fed diets containing different levels of calcium and available phosphorus. The experiment was conducted in a completely randomized in factorial scheme 4x3, with twelve treatments and seven replicates and eight birds per experimental unit. Diets were isonitrogenous (19.3%), isocaloric (2800 kcal ME/kg) and isoaminoacídics. There was a significant interaction only for the intake and calcium intake. Significant quadratic and linear levels of available phosphorus on the consumption of diet and calcium in diets containing 2.0 and 2.5% calcium, respectively. No significant effect of available phosphorus levels was observed in diet containing 3.0% calcium. The feed conversion by egg mass and production of commercial eggs, were influenced by the level of available phosphorus in the diet linearly. For the quality parameters of eggs, there was a linear increase of weight and percentage of bark and linear reduction in weight and percentage yolk depending on the levels of dietary calcium and for the specific weight, increased levels of calcium diet improvement provided in linear and increasing levels of available phosphorus, linear reduction of specific weight. For the mineral deposition in the tibia of quail, there was significant interaction between levels of available calcium-phosphorus diet on phosphorus and ash in the tibia. There was a linear increase in the levels of available phosphorus on the phosphorus content in the tibia of chicks fed a diet containing 3.0% calcium and linear and quadratic effect on the ash content in tibia of broilers fed diets containing 2.5 and 3.0% calcium, respectively. For the calcium content in the tibia, there

was increased even with increased levels of available phosphorus in the diet, in a linear fashion. The other parameters were not influenced by levels of calcium and available phosphorus in diets. Diets containing levels of 2.0% calcium and 0.10% available phosphorus, corresponding to a daily intake of 555.4 mg of calcium and 27.07 mg of phosphorus available in the bird meets the requirements of these minerals to obtain satisfactory performance and egg quality of Japanese quails from 26 to 38 weeks of age.

# **NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETA PARA CODORNAS JAPONESAS DE 26 A 38 SEMANAS DE IDADE**

## **1. INTRODUÇÃO**

Os minerais são considerados elementos essenciais para uma boa nutrição animal. De um modo geral, os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes na reprodução, no metabolismo energético entre outras tantas funções.

Os minerais cálcio e fósforo são importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, qualidade de casca do ovo, e também para a mineralização óssea sendo que aproximadamente 98 a 99% do cálcio total do organismo e 80 a 85% do fósforo estão presentes nos ossos (Cabral et al., 1999).

Nos animais o cálcio é um dos íons mais importantes do sistema ósseo, atua regulando as contrações musculares, na transmissão do impulso nervoso, na coagulação sanguínea, na ativação de sistemas enzimáticos e na adesão celular, além da formação da casca do ovo, participando em 98% de sua composição.

O fósforo é indicado como o mineral mais caro nas rações para monogástricos, sendo objeto de muitas pesquisas, devido às sua importância econômica, fisiológica e ambiental.

A qualidade da casca dos ovos pode ser influenciada por fatores de manejo, genéticos, ambientais, patológicos, fisiológicos (idades das aves), e nutrição. Entre os vários fatores nutricionais que afetam a qualidade da casca do ovo, podem-se ressaltar os níveis de cálcio provenientes da ração, pois a casca do ovo é constituída na sua quase

totalidade por  $\text{CaCO}_3$ . Assim, conhecer as exigências de cálcio e fósforo pode ajudar na melhoria da qualidade da casca do ovo.

É fundamental verificar os níveis de cálcio e de fósforo da dieta, quando o objetivo da criação é a produção de ovos, pois esses minerais estão diretamente relacionados com o desempenho das aves, influenciando a taxa de postura, o peso dos ovos, a conversão alimentar e o ganho de peso. Dentre os trabalhos publicados que abordam o estudo desses minerais, há controvérsias quanto à exigência de cálcio e fósforo em dietas para codornas em postura.

Diante da importância do cálcio e fósforo, e sua interação no organismo animal, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes níveis de cálcio e de fósforo na dieta sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a deposição mineral na tíbia de codornas japonesas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Importâncias do cálcio e do fósforo no organismo animal**

Do ponto de vista nutricional, os níveis de cálcio e fósforo e de vitamina D, bem como a granulometria do calcário, são itens essenciais para a redução dos problemas de casca, que são agravados com avançar da idade das aves, além de proporcionar condições de produção às aves.

Os minerais são considerados elementos essenciais para uma boa nutrição animal. De modo geral, os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes na reprodução, no crescimento, no metabolismo energético entre outras funções fisiológicas vitais não só para manutenção da vida, como também para o aumento da produtividade do animal (Bertechini, 2006).

O cálcio e o fósforo são minerais importantes na nutrição animal, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea, sendo que aproximadamente 98 a 99% do cálcio total do organismo e 80 a 85% do fósforo estão presentes nos ossos (Cabral et al., 1999).

Nas aves o cálcio é um dos íons mais importantes do sistema ósseo, atua regulando a contração muscular, transmissão do impulso nervoso, coagulação sanguínea, ativação de sistemas enzimáticos e adesão celular, reprodução e formação do ovo (Macari et al., 2002). Logo, devido a sua grande utilização encontra-se sempre em transição entre o plasma e os ossos. Por isso, quando a ingestão desse elemento é suficiente ou excessiva ele é rapidamente depositado nos ossos, entretanto, ao contrário, o cálcio dos ossos é mobilizado, aumentando sua concentração no sangue.

Em se tratando do cálcio plasmático, o mesmo pode existir nas formas ionizáveis, ligados a proteínas (albumina e globulina) e compostos orgânicos (fosfato e outros ânions), sendo a principal delas a forma ionizável. Metade do cálcio plasmático está na forma solúvel ionizável, enquanto a outra metade está ligada a proteínas. Tem ainda uma pequena parte (5%) que está complexado com elementos inorgânicos não ionizáveis (Hays & Swenson, 1996). Este cálcio plasmático é essencial para a coagulação sanguínea, permeabilidade de membrana, excitabilidade neuromuscular, transmissão do impulso nervoso e ativação de sistemas enzimáticos.

No crescimento da ave, a maior porção do cálcio e do fósforo da dieta é usada para a formação do osso, enquanto para aves adultas a maior porção é usada para formação da casca do ovo. Os sintomas da deficiência de cálcio incluem: atraso no crescimento, diminuição no consumo de alimento, baixos níveis de cálcio nos ossos, ovos de casca fina, redução na postura e no conteúdo de cinzas e cálcio nos ossos (Scott et al., 1982).

Além do papel que desempenha na formação óssea, o fósforo tem importantes funções no metabolismo de hidratos de carbono e das gorduras e entra nos componentes de todas as células vivas. Além de ter fundamental importância como constituinte do osso, o fósforo também é componente essencial dos compostos orgânicos envolvidos em grande parte do metabolismo. O fósforo participa do metabolismo energético de carboidratos, de aminoácidos e de gorduras, do metabolismo do tecido neuromuscular, e do desenvolvimento do esqueleto (Scott et al., 1982).

A pequena produção científica em relação ao elemento fósforo na qualidade da casca dos ovos é informada por Harms (1982), justamente pelo fato da casca conter somente 20 mg de fósforo, mais 130 a 140 mg contidos na gema. Por outro lado, a casca do ovo de galinhas contém 2100 mg de cálcio.

O nível dietético de fósforo pode alterar não somente a produção de ovos, mas

também a qualidade da casca, e muitas vezes o nível de fósforo que proporciona melhor qualidade de casca pode não ser o mesmo que proporciona melhor produção de ovos (Barreto et al., 2007).

Uma suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento e/ou reprodução terá como consequência um desequilíbrio na homeostase mineral e desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves, ou seja, calcificação anormal dos ossos e também problemas na formação dos ovos. No entanto, o cálcio em excesso pode agir como antagonista dificultando a absorção de alguns minerais tais como ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio, fósforo entre outros (Smith & Kabaja, 1984).

## **2.2 - Homeostasia, absorção e excreção do cálcio e fósforo no organismo animal**

A homeostase do cálcio no fluido extracelular é mantida pelos efeitos integrados dos hormônios: paratormônio, calcitonina e da 1,25 dihidroxivitamina D<sub>3</sub> (1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) no intestino, rim e osso. Tais hormônios agem regulando os fluxos de Ca entre esses três órgãos e o fluido extracelular, de tal forma que, em condições normais, a concentração do cálcio varia menos que 5%. Isso também assegura que o balanço do cálcio seja zero, ou seja, a quantidade de cálcio perdida na urina e no suor é repostada por aquele absorvido pelo intestino (Macari et al., 2002).

Poucos relatos ocorrem abordando os níveis de paratormônio nas aves, provavelmente em decorrência do fato de serem extremamente baixos no plasma desses animais. Esse hormônio somente encontra-se elevado durante o período da deposição de cálcio na casca do ovo, após o qual cai novamente (Macari & Mendes, 2005).

As aves possuem um par assimétrico de glândulas localizadas posteriormente as paratireóides e caudodorsal a base da artéria braquiocefálica. Essa glândula é rica em

calcitonina, um hormônio peptídeo que contém 32 aminoácidos, que pode variar entre as espécies conferindo diversidade na bioatividade. A secreção de calcitonina é regulada primariamente pelo aumento da secreção nas células especializadas. Altos níveis circulantes de calcitonina estão presentes em espécies de animais não mamíferos, incluindo as aves. Esses níveis são mais elevados em machos do que em fêmeas, exceto por um período curto antes da postura. Nessas espécies, esteróides gonadais, como andrógenos, possuem uma grande influência nos níveis de calcitonina (Kenny, 1986). Em aves de postura, os níveis de calcitonina são positivamente correlacionados com os níveis de cálcio da dieta assim como com os níveis circulantes.

Nas aves, a glândula uropigeana secreta a provitamina  $D_3$ , que nas penas, é convertida a vitamina  $D_3$ . A ave poedeira requer grande quantidade de cálcio para formação da casca do ovo, o qual é obtido pelo grande potencial de absorção intestinal. O metabolismo ativo da vitamina  $D_3$  ( $1,25(OH)_2D_3$ ) é o controlador maior desse processo.

Nas aves, assim como nos mamíferos, os rins sintetizam e secretam a 1,25 dihidroxivitamina  $D_3$ . Vários fatores podem exercer controle sobre essa síntese, tais como paratormônio, 1,25 dihidroxivitamina  $D_3$  e prolactina. Assim, a 1,25 dihidroxivitamina regulam a absorção intestinal de cálcio pela indução da transição de RNA e a síntese de proteínas específica como a calbindina  $D_{28k}$ .

O início da ovulação em poedeiras está associado com um aumento da absorção de cálcio e por elevadas concentrações de calbindina  $D_{28k}$ , que coincide com o aumento nas concentrações de a dihidroxivitamina  $D_3$ . Além disso, a calbindina tem sinergismo com os esteróides sexuais (estrógeno), relacionado com o crescimento e a manutenção do oviduto (Nys, 1993), bem como no transporte de Ca no duodeno (Beck & Hansens, 2004).

Devido à presença de baixas quantidades de cálcio na dieta, sendo elevada a sua necessidade em determinado momento, basta ocorrer uma leve hipocalcemia para provocar

a secreção do paratormônio que, por sua vez, atua especificamente nos rins, fígado e ossos. Nos rins, o paratormônio estimula a reabsorção de cálcio e provoca diurese de fosfato. Além disso, o paratormônio estimula a produção de 1,25 dihidroxivitamina D<sub>3</sub>, que promove a reabsorção de cálcio, a absorção do cálcio ao nível intestinal e mobilização de cálcio ósseo. Esta ação conjunta aumenta a concentração de cálcio no sangue, levando a uma redução na secreção do paratormônio.

Durante a mobilização do cálcio ósseo, o fosfato é liberado conjuntamente com o cálcio (cristais de hidroxiapatita). Assim, o paratormônio aumenta a dissolução da matriz mineral óssea, reduzindo a absorção glomerular destes íons fosfatos prevenindo o aumento na concentração de fosfatos do plasma (Granner, 2006). Esse aumento da concentração plasmática de cálcio estimula as células C da glândula tireóide em mamíferos e as glândulas ultimobranquiais em aves (Hays & Swenson, 1996) a secretarem calcitonina, que tem como função reduzir a concentração de cálcio diminuindo a reabsorção óssea e aumentando a perda de íons cálcio e fosfatos na urina (Champe & Harvey, 1996).

Quando ocorre a hipercalcemia, ocorre a secreção de calcitonina pelos corpos ultimobranquiais nas aves. Esse hormônio inibe a mobilização de cálcio dos ossos e estimula a excreção de cálcio e fósforo nos rins. Essa ação faz com que os níveis de cálcio e fósforo sejam reduzidos no sangue (Macari et al., 2002).

A excreção de cálcio e de fósforo ocorre por dois processos. O primeiro está relacionado ao material que não foi absorvido. O segundo é por via urinária, onde há controle hormonal na excreção renal. Este controle da excreção é altamente correlacionado com a quantidade de cálcio e de fósforo no plasma, e este por sua vez reflete o estado fisiológico do animal num determinado momento. Assim, a excreção é influenciada de forma direta pela absorção e utilização dos elementos químicos pelo animal. Desta forma, o paratormônio atua reduzindo de forma direta a excreção de cálcio via urina e, indiretamente

(ação da vitamina D) via fezes, ao mesmo tempo aumenta a excreção de fósforo devido sua ação sobre os ossos liberando íons fosfatos na circulação.

### **2.3 - Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo para codornas na fase de produção**

São poucas as informações disponíveis na literatura sobre a nutrição de codornas. Para a formulação de rações para esta espécie são comumente utilizadas tabelas de exigências nutricionais confeccionadas em outros países, tais como as tabelas do AEC (1987) e do NRC (1994).

Para codornas em reprodução, Nelson et al. (1964) encontraram pico de produção de ovos de 90% e boa eclodibilidade, com dietas contendo 2,5% a 3,0% de cálcio e 0,8% de fósforo total. Por outro lado Vohra et al. (1971) sugerem uma dieta com 4,0% de cálcio e 1,25% de fósforo total para estas aves. Em outro experimento, uma dieta sem a suplementação de cálcio ou vitamina D<sub>3</sub>, reduziu a ingestão de alimento sem influenciar no peso corporal das codornas, contudo, a produção de ovos foi reduzida de 74% para 10% e 20% na deficiência de cálcio e vitamina D<sub>3</sub>, respectivamente. Essas deficiências causaram redução no peso do ovo, na espessura da casca, nas cinzas da tíbia, mas não alteraram os pesos do ovário e do oviduto (Vohra et al., 1979).

Andujar et al. (1977) alimentando codornas com dietas contendo 2,56% e 3,24% de cálcio e 1,21% e 0,72% de fósforo total para fornecer relações de Ca:P de 2:1 e 4,5:1 verificou aumento na retenção e na quantidade absoluta de cálcio utilizado. Na dieta com relação 2:1, a utilização e retenção de fósforo aumentaram.

Em codornas poedeiras, Shrivastav & Panda (1986) encontraram melhores produção de ovos, peso do ovo e conversão alimentar de aves que receberam dietas contendo 3,0% de cálcio e 0,76% de fósforo total. As codornas em postura parecem ser mais sensíveis a altos

níveis de cálcio na dieta, sendo observado decréscimo na produção e no peso dos ovos quando incluso na dieta níveis 3,7%.

Estudando diferentes níveis de cálcio e fósforo total para codornas, Shrivastav et al. (1989) concluíram que os níveis de 2,8% de cálcio e 0,70% de fósforo total proporcionaram os melhores resultados de desempenho produtivo e de qualidade da casca.

Raju et al. (1992) testando quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três níveis de fósforo disponível (0,35; 0,50 e 0,65%) nas dietas de codornas de postura, observaram que a produção de ovos, o peso corporal, o peso do ovo e a espessura da casca foram influenciados significativamente pelos níveis de cálcio. O peso do ovo sofreu diminuição com 0,65% de fósforo disponível na dieta, e a concentração de cálcio no soro e a percentagem de cinzas nos ossos não foram influenciadas pelos níveis de cálcio da dieta, porém a concentração de cálcio no soro declinou com o aumento do nível de fósforo disponível na dieta.

Segundo Pedroso et al. (1999) as exigências de cálcio e de fósforo disponível, determinadas para codornas em postura, a partir de 42 dias, foram de 2,5 e 0,25% respectivamente, entretanto, para melhor gravidade específica dos ovos foi necessário 3,5% de cálcio e 0,45% de fósforo disponível. Níveis inferiores a estes foram determinados por Garcia et al. (2000), onde o melhor desempenho produtivo, a melhor qualidade de casca e a maior resistência à quebra da tibia, ocorreram com os níveis de 2,5% de cálcio e 0,36% de fósforo disponível.

Estudando quatro níveis de cálcio (2,5; 3,0; 3,5 e 4,0%) e quatro níveis de fósforo disponível, (0,27; 0,32; 0,37 e 0,42%), Garcia et al. (2000), verificaram que houve interação linear entre os níveis de cálcio e fósforo disponível para produção de ovos, em que o nível de fósforo disponível que maximizou a interação foi de 0,36%, e o nível de cálcio de 3,06%. O aumento dos níveis de cálcio diminuiu linearmente o consumo de ração

e o peso dos ovos, e aumentou a percentagem de casca nos ovos e a resistência da tíbia. O aumento dos níveis de fósforo disponível melhorou linearmente a conversão alimentar (kg/dz) e observou-se efeito quadrático para o consumo de ração, conversão alimentar (kg/kg), percentagem de casca e de fósforo disponível nos ossos, sendo os níveis ótimos de: 0,36%; 0,36%; 0,37%; e 0,35%; respectivamente. Com isso os autores concluíram que as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura são de 2,5% de cálcio e 0,36% de fósforo disponível.

Em um experimento com três níveis de cálcio (2,0; 2,5 e 3,0%) e três níveis de fósforo disponível (0,45, 0,35 e 0,25%), Yakout (2004), utilizando 180 codornas japonesas poedeiras com idade de 8ª a 16ª semanas de idade, dentro de dois períodos (8ª a 12ª e 12ª a 16ª semanas). Ficou demonstrado que, durante 8ª a 12ª-semana, os níveis de 0,45 e 0,35% de fósforo disponível foram significativamente suficientes para a máxima produção de ovos e percentagem de casca. O nível de 2% de cálcio na dieta foi adequado para o máximo consumo de ração, enquanto a eficiência alimentar, número de ovos e produção de ovos foram melhores na dieta contendo 3% cálcio. Resultados semelhantes foram encontrados durante a 12ª a 16ª semana. Os componentes do ovo mostraram tendência semelhante em todos os tratamentos. A relação Ca:Pd foram importantes na casca do ovo, onde os melhores conteúdos foram aos níveis superiores de ambos os nutrientes. Desse modo, para o máximo desempenho de produção e qualidade externa dos ovos de codornas japonesas alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja, maiores níveis de fósforo disponíveis dietéticos (0,45 ou 0,35%) são necessários, mas o nível ótimo de suplementação também depende dos níveis de cálcio da dieta (2 ou 3%).

Brandão et al. (2007), ao avaliar diferentes níveis de cálcio (2,95; 3,10; 3,25; 3,40; 3,55; 3,70 e 3,85%) na dieta de codornas japonesas em postura, observaram que o consumo de ração, a conversão alimentar (kg ração/kg ovo) não foram influenciados pelos níveis de

cálcio na dieta. A produção de ovos, massa de ovos e a conversão alimentar (kg/dz) apresentaram efeito quadrático dos níveis de cálcio, sendo os valores máximos para estas variáveis estimados com os níveis de 3,45; 3,51 e 3,34% de cálcio respectivamente. O peso de ovo aumentou linearmente com os níveis de cálcio na dieta. Foi verificado efeito quadrático dos níveis de cálcio sobre o peso e percentagem do albúmen e da gema e gravidade específica. Os autores concluíram que para codornas japonesas no início de postura, a dieta deve conter nível de 3,51% de cálcio, para a melhora dos índices de desempenho sem afetar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos.

Trabalhando com cinco níveis de fósforo disponível (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) e dois níveis de cálcio (2,5 e 3,2%), Costa et al. (2007) encontraram que os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática, a altura e o diâmetro médio dos ovos, o teor de cálcio na casca, e a percentagem de cálcio e fósforo nos ossos. Foi influenciada linearmente pelos níveis de fósforo disponível na dieta a produção de ovos comercializáveis, a conversão alimentar por dúzia de ovos, a percentagem e o peso de gema nos ovos e a percentagem de fósforo nos ossos, para o menor nível de cálcio. Os autores concluíram que, níveis 2,5% de cálcio e 0,31% de fósforo disponível são suficientes para proporcionar bom desempenho produtivo às codornas em início de postura, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 596 mg de cálcio, e de 73,6 mg de fósforo disponível.

Barreto et al. (2007), avaliando seis níveis de cálcio na dieta (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) com codornas japonesas na fase inicial de postura, encontraram que o nível de 3,2% de cálcio na dieta, que corresponde a um consumo diário de 882 mg de cálcio/ave ou de 87 mg de cálcio/ovo, como exigência satisfatória para obtenção de melhor produção e de eficiente conversão alimentar (por massa e por dúzia de ovos) e para manutenção da qualidade dos ovos.

Em revisão de literatura sobre exigência de minerais para codornas japonesas em postura, Silva et al. (2007) descrevem a existência de variação nas exigências de cálcio e fósforo disponível, sendo os níveis de 2,95% a 3,2% de cálcio e 0,35% a 0,40% de fósforo disponível necessários para ótima produção de ovos. No entanto os autores mencionam haver carência na pesquisa com fósforo disponível em codornas.

#### **2.4- Níveis de fósforo e cálcio na dieta sobre as características ósseas das aves**

Cerca de 80% da massa óssea é constituída por osso cortical (densas camadas concêntricas do esqueleto apendicular, e as camadas externas mais delgadas são os principais componentes do osso cortical).

Cerca de 20% da massa óssea é constituída por osso trabecular (pontes de espículas ósseas que constituem as maiores partes internas do esqueleto axial - crânio, costelas, vértebras, pelve e o interior menos volumosos das diáfises dos ossos longos).

O osso trabecular tem maior importância que o osso cortical na renovação (turnover) do cálcio. Osso cortical tem maior massa, mas o osso trabecular tem maior área de superfície que o cortical (5x maior). Ocorre renovação da massa óssea durante toda a vida pelo acoplamento bem regulado dos processos de formação e reabsorção do osso. Na hierarquia de crescimento dos tecidos, em determinado momento (idade) a prioridade pode ser do tecido ósseo ou do muscular ou do adiposo. Assim, em cada fase do desenvolvimento há necessidade específica de afluxo de nutrientes para o tecido em crescimento prioritário. No caso do tecido ósseo das aves, acontecem nos primeiros 21 dias de idade (Macari et al., 2002).

No crescimento da ave, a maior porção do cálcio na dieta é usada para a formação do osso, enquanto para aves adultas a maior porção é usada para formação da casca do ovo.

Os sintomas da deficiência de cálcio incluem: atraso no crescimento, diminuição no consumo de alimento, baixos níveis de cálcio nos ossos, ovos de casca fina, redução na postura e no conteúdo de cinzas e cálcio nos ossos (Scott et al., 1982).

Estudando quatro níveis de cálcio (2,5; 3,0; 3,5 e 4,0%) e quatro níveis de fósforo disponível (0,27; 0,32; 0,37 e 0,42%), Garcia et al. 2000 verificaram que o aumento dos níveis de cálcio nas dietas resultou em aumento da resistência da tíbia em codornas japonesas em postura. A percentagem de cinzas e cálcio nos ossos não foram influenciadas pelos níveis crescentes de cálcio e fósforo disponível na ração. Os níveis de fósforo disponível na ração mostraram ter influência quadrática sobre a percentagem de fósforo nos ossos, sendo a menor percentagem de fósforo nos ossos foi verificadas em aves que receberam dietas contendo 0,35% de fósforo disponível. Com isso os autores concluíram que as exigências nutricionais para estas são de 2,5% de cálcio e 0,36% de fósforo disponível.

Trabalhando com cinco níveis de fósforo disponível (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) e dois níveis de cálcio (2,5 e 3,2%), Costa et al. (2007) encontraram que os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática a percentagem de cálcio e fósforo nos ossos. Foi influenciada linearmente a percentagem de fósforo nos ossos, para o menor nível de cálcio. De acordo com os autores as respostas biológicas obtidas pelas aves frente aos níveis de fósforo disponível e de cálcio estudados, dietas contendo 2,5% de cálcio e 0,31% de fósforo disponível são suficientes para proporcionar bom status nutricional do tecido ósseo de codornas japonesas durante o período inicial de produção.

## 2. MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no período de seis de outubro a 28 de dezembro de 2008. Foram utilizadas 768 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com idade inicial de 180 dias. O experimento foi montado segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x3), sendo quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,17; 0,24; 0,31%), e três níveis de cálcio (2,0; 2,5 e 3,0%), o qual era composto de doze tratamentos, oito repetições por tratamento, e oito aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas com dimensões de 100 x 34 x 16 cm (comprimento x largura x altura), contendo quatro divisórias de 25 x 34 x 16. A densidade animal por unidade experimental foi de 106,25 cm<sup>2</sup>/ave. As gaiolas foram equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo “nipple”. O comedouro foi equipado com divisórias de madeira, respeitando a largura de cada unidade experimental.

O programa de iluminação foi de 16 horas de luz diária (4 às 20 horas), sendo o fornecimento de luz controlado por relógio automático (timer), que permitia o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada.

A temperatura do ambiente de criação foi monitorada por termômetro de máxima e de mínima e a umidade relativa do ar verificada por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido. Os termômetros foram instalados junto às gaiolas e a medição das temperaturas e umidade relativa do ar foi feita duas vezes ao dia (8 e as 16 hs), sendo que o termômetro de máxima e mínima foi zerado apenas uma vez por dia, às 16 horas.

As exigências nutricionais utilizadas para a formulação das dietas das aves foram baseadas nas recomendações preconizadas pelo NRC (1994), exceto para energia

metabolizável definida por Moura et al. (2008), e dos aminoácidos digestíveis: lisina e metionina+cistina; treonina; e triptofano, recomendadas respectivamente por Pinto et al. (2003 ab), Umigi et al. (2007) e Pinheiro et al. (2008). A ração basal fornecida foi formulada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), variando em sua composição a quantidade de fosfato bicálcico e calcário, para obter os níveis dos minerais, cálcio e fósforo correspondentes nos respectivos tratamentos.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros:

### **Consumo de ração**

A cada 21 dias foi feita a divisão da quantidade de ração consumida pelo número de aves de cada tratamento e pelo período de 21 dias, expresso em gramas de ração consumida por ave-dia, a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o período, o seu consumo médio, foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

### **Produção de ovos**

Os ovos foram coletados diariamente às 8 horas. A produção média de ovos no período foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, sendo expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave-dia) e, sobre a média de aves alojadas no início do experimento (ovo/ave-alojada). Também foi calculado o número de ovos comercializáveis expresso em (%/ave-alojada) durante o período experimental, obtido descontando-se os ovos quebrados, trincados e os anormais do total de ovos, corrigindo para o total de aves no fim do experimento.

Tabela 1. Composição percentual da ração experimental na matéria natural.

INGREDIENTES	COMPOSIÇÃO PERCENTUAL											
	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41
Milho	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41	56,41
Farelo de soja (45%)	32,33	32,33	32,33	32,33	32,33	32,33	32,33	32,33	32,33	32,3	32,33	32,33
Óleo de soja	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319	1,319
L-lisina (79%)	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174
DL-metionina (99%)	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325
L-triptofano (98%)	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
L-isoleucina	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207
L-arginina (99%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177
L-valina	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153	0,153
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura Vitamínica <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Sal	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321
Calcário	5,136	4,898	4,648	4,398	6,484	6,246	5,996	5,746	7,832	7,593	7,344	7,094
Fosfato bicálcico	0,000	0,360	0,739	1,117	0,000	0,360	0,739	1,117	0,000	0,360	0,739	1,117
Inerte <sup>4</sup>	3,177	3,055	2,926	2,798	1,829	1,707	1,578	1,450	0,482	0,359	0,231	0,102
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
	COMPOSIÇÃO CALCULADA											
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31
Lisina (%)	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Metionina + cistina (%)	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864
Treonina (%)	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano (%)	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226
Valina total (%)	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075
Isoleucina (%)	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052
Arginina (%)	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472	1,472
Leucina (%)	1,659	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713	1,713
Histidina (%)	0,491	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525
Fenilalanina (%)	0,911	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975
Fenilalanina +Tirosina (%)	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636
Ca (%)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,500	2,500	2,500	2,500	3,000	3,000	3,000	3,000
Pd (%)	0,100	0,170	0,240	0,310	0,100	0,170	0,240	0,310	0,100	0,170	0,240	0,310
Na (%)	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145

<sup>1</sup>Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D3: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B1: 2.500 mg, Vit B2: 8.000 mg, Vit B6: 5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B12: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

<sup>2</sup>Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g. <sup>3</sup>Butil-hidróxi-tolueno. <sup>4</sup>Areia Lavada.

### **Peso médio dos ovos**

Todos os ovos íntegros produzidos durante o 19<sup>o</sup>, 20<sup>o</sup>, 21<sup>o</sup>, 40<sup>o</sup>, 41<sup>o</sup>, 42<sup>o</sup>, 61<sup>o</sup>, 62<sup>o</sup>, 63<sup>o</sup>, 82<sup>o</sup>, 83<sup>o</sup> e 84<sup>o</sup> dias experimentais, em cada repetição, foram pesados e o peso total obtido dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

### **Massa de ovos**

O peso médio dos ovos foi multiplicado pela produção de ovos de cada unidade produzidos no período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia (g ovo/ave-dia).

### **Conversão alimentar**

Foi avaliada a conversão por dúzia de ovos, expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz), e a conversão por massa de ovos, que foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzidos em quilogramas (kg/kg).

### **Alteração no peso corporal**

Todas as aves foram pesadas no início e no final do experimento, para obtenção do peso corporal inicial e final e da variação de peso das aves.

### **Viabilidade das aves**

A viabilidade foi expressa subtraindo-se o número total de aves mortas, pelo número de aves vivas no final do experimento, de cada unidade experimental, sendo os valores convertidos em percentagem.

### **Gravidade específica dos ovos**

Nos 16<sup>o</sup>, 17<sup>o</sup>, 18<sup>o</sup>, 37<sup>o</sup>, 38<sup>o</sup>, 39<sup>o</sup>, 58<sup>o</sup>, 59<sup>o</sup>, 60<sup>o</sup>, 79<sup>o</sup>, 80<sup>o</sup> e 81<sup>o</sup> dias do período experimental, foi avaliada a gravidade específica de todos os ovos íntegros coletados. Os ovos foram imersos em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>, com intervalos de 0,005 g/cm<sup>3</sup> entre elas. A densidade das soluções foi medida com o auxílio de um densímetro modelo INCOTERM – OM - 5565.

### **Componentes do ovo**

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados os pesos da gema, do albúmen e da casca em relação ao peso do ovo, durante o 19<sup>o</sup>, 20<sup>o</sup>, 21<sup>o</sup>, 40<sup>o</sup>, 41<sup>o</sup>, 42<sup>o</sup>, 61<sup>o</sup>, 62<sup>o</sup>, 63<sup>o</sup>, 82<sup>o</sup>, 83<sup>o</sup> e 84<sup>o</sup> dias experimentais, para obtenção das porcentagens dos componentes dos ovos. Para isso, em cada dia, foram utilizados aleatoriamente três ovos de cada unidade experimental. As gemas dos três ovos foram pesadas e registradas juntas, e as respectivas cascas, lavadas e secas ao ar, para obtenção do peso médio da casca. O peso médio do albúmen foi obtido subtraindo-se, do peso médio do ovo, o peso médio da gema e o da casca.

### **Parâmetros ósseos**

No final do experimento, (264 dias de idade das aves), foram abatidas 192 aves por deslocamento cervical, sendo 16 aves por tratamento (quatro aves x quatro unidades experimentais), para a extração das tíbias para avaliação da mineralização óssea. Foram analisados os teores de cálcio, fósforo e cinzas nas tíbias. Os ossos foram identificados por tratamento e repetição e posteriormente pré-desengordurados e colocados em estufa de ventilação forçada durante 72 horas. Posteriormente foram triturados em moinho de bola e recolhida uma pequena alíquota de cada amostra moída, para pesagem e acondicionamento

em tubo de ensaio, para que a solução mineral fosse preparada conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), utilizando-se os procedimentos da via úmida. Da solução mineral determinou-se o fósforo pelo método colorimétrico, e o cálcio pelo método de absorção atômica.

### **Análise estatística**

#### Modelo Estatístico Utilizado para Anova

$$Y_{ijk} = \mu + Ca_i + P_j + CaP_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = observação  $k$  da unidade experimental nos níveis de cálcio  $Ca_i$ , e níveis de fósforo  $P_j$ ;

$\mu$  = constante geral do experimento;

$Ca_i$  = efeito do nível de  $Ca_i$  (2,0%; 2,5%; e 3,0%);

$P_j$  = efeito do nível de  $P_j$  (0,10%, 0,17%, 0,24%, 0,31%);

$Ca_iP_j$  = efeito da interação Ca x P;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação;

Os dados foram analisados, utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, da Universidade Federal de Viçosa (2009). Posteriormente, os efeitos dos níveis de fósforo disponível e de cálcio foram estimados por meio de análise de variáveis pelos modelos de regressão linear e quadrática.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As temperaturas máxima, e mínima e a umidade relativa do ar, foram verificadas diariamente durante o experimento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Média das temperaturas (°C) máxima, e mínima, e umidade relativa média (%) registrada de acordo com o período experimental.

Idade das aves (semanas)	Temperatura (°C)		UR (%)
	Máxima	Mínima	
26 <sup>a</sup> - 29 <sup>a</sup>	28,0	20,3	72
29 <sup>a</sup> - 32 <sup>a</sup>	29,1	20,4	69
32 <sup>a</sup> - 35 <sup>a</sup>	27,5	19,1	70
35 <sup>a</sup> - 38 <sup>a</sup>	27,6	20,3	71

Na fase adulta, a faixa de conforto térmico das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e, a umidade relativa do ar, está entre 65 e 70% (Oliveira, 2004).

Para desempenho (Tabela 3 e 4) das aves, observou-se interação significativa dos níveis de cálcio e fósforo disponível apenas para o consumo de ração ( $P < 0,01$ ) e para o consumo de cálcio ( $P < 0,05$ ).

O desdobramento da interação entre os níveis de cálcio e fósforo disponível para o consumo de ração e o consumo de cálcio (Tabela 3), mostrou que codornas que consumiram dietas contendo 2% de cálcio, os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ), obtendo as aves maiores consumo de ração e de cálcio em dietas contendo 0,26% de fósforo disponível, correspondendo ao consumo diário por ave de 28,8 g de ração e de 576,2 mg de cálcio.

Tabela 3 - Consumo de ração, cálcio e de fósforo disponível, peso inicial e final, variação de peso e viabilidade de codornas japonesas.

Níveis de cálcio (%)	Níveis de fósforo disponível (%)				Médias
	0,10	0,17	0,24	0,31	
Consumo de ração (g/ave/dia) <sup>1</sup>					
2,0 <sup>2</sup>	25,77	28,26	28,38	28,66	27,47
2,5 <sup>3</sup>	27,55	27,77	27,90	28,82	27,74
3,0 <sup>ns</sup>	27,89	27,01	27,91	27,86	27,60
Médias	27,07	27,68	28,06	28,45	CV=3,80
Consumo de cálcio (mg/ave/dia) <sup>4</sup>					
2,0 <sup>5</sup>	515,4	565,2	567,7	573,2	555,4
2,5 <sup>6</sup>	688,7	694,3	697,5	720,6	700,3
3,0 <sup>ns</sup>	836,7	810,0	837,2	835,7	829,9
Médias	680,3	689,8	700,8	709,8	CV=3,80
Consumo de fósforo disponível (mg/ave/dia)					
2,0	25,77	48,04	68,12	88,85	57,70
2,5	27,55	47,21	66,96	89,35	57,77
3,0	27,89	45,92	66,98	86,35	56,79
Médias <sup>7</sup>	27,07	47,06	67,35	88,18	CV=3,88
Peso inicial (g) <sup>ns</sup>					
2,0	187,8	192,4	189,6	190,6	190,1
2,5	191,9	190,9	189,2	188,7	190,2
3,0	191,0	190,6	189,8	193,3	191,2
Médias	190,2	191,3	189,5	190,9	CV=2,88
Peso final (g) <sup>ns</sup>					
2,0	188,8	187,2	189,8	194,0	189,9
2,5	185,3	195,3	194,7	187,4	190,7
3,0	189,7	189,3	191,4	190,3	190,2
Médias	187,9	190,6	192,0	190,6	CV=4,76
Variação de peso (g) <sup>ns</sup>					
2,0	0,96	-5,22	0,21	3,43	-1,35
2,5	-6,61	4,45	5,47	-1,32	1,10
3,0	-1,29	-1,28	1,58	-2,98	-0,33
Médias	-2,32	-0,68	2,42	-0,29	**
Viabilidade (%) <sup>ns</sup>					
2,0	83,93	87,50	82,14	92,86	84,52
2,5	83,93	91,07	83,93	91,07	86,31
3,0	82,14	91,07	82,14	82,14	85,12
Médias	83,33	89,88	82,74	88,69	CV=15,59

<sup>1</sup>Interação significativa (P<0,01).

<sup>2</sup>Efeito quadrático (P<0,05): Y = 21,1397 + 58,8550X - 112,888X<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,94.

<sup>3</sup>Efeito linear (P<0,05): Y = 26,8512 + 5,65451X; R<sup>2</sup>= 0,83.

<sup>4</sup>Interação significativa (P<0,05).

<sup>5</sup>Efeito quadrático (P<0,05): Y = 422,794 + 1177,10X - 2257,76X<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,94.

<sup>6</sup>Efeito linear (P<0,05): Y = 671,281 + 141,363X; R<sup>2</sup>= 0,83.

<sup>7</sup>Efeito linear (P<0,01): Y = -2,22163 + 290,919X; R<sup>2</sup>= 0,99.

<sup>ns</sup>Não-significativo (P>0,05).

\*\*Foi feita análise descritiva desse parâmetro, pois os dados não seguem distribuição normal.

CV=Coefficiente de variação (%).

Nas dietas contendo 2,5% de cálcio, houve efeito linear ( $P < 0,05$ ) crescente dos níveis de fósforo disponível sobre o consumo de ração e de cálcio. Efeito não significativo ( $P > 0,05$ ) dos níveis de fósforo disponível foi observado para o consumo de ração e o consumo de cálcio. Esses resultados discordam daqueles observados por Garcia et al. (2000) que trabalhando com dietas contendo quatro níveis de cálcio (2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 %) e de fósforo disponível (0,27; 0,32; 0,37 e 0,42%) e por Costa et al. (2007) que trabalhando com dietas contendo dois níveis de cálcio (2,5 e 3,2%) e cinco de fósforo disponível (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%), não encontraram interação significativa para o consumo de ração de codornas japonesas em postura.

Avaliando o consumo diário de fósforo disponível (Tabela 3), verificou-se que, independente do nível de cálcio houve efeito linear ( $P < 0,01$ ) do consumo de fósforo disponível em função do aumento dos níveis de fósforo disponível nas dietas. Houve aumento de 5,1% no consumo diário de fósforo disponível ao comparar o consumo obtido por ave em dietas contendo o menor e o maior nível de fósforo disponível avaliado.

Os demais parâmetros de desempenho avaliados (Tabela 3 e 4), não foram influenciados pela interação Ca:Pd ( $P > 0,05$ ). Esses resultados concordam com aqueles encontrados por Costa et al. (2007) que trabalhando com dietas contendo dois níveis de cálcio (2,5 e 3,2%) e cinco de fósforo disponível (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) também não encontraram efeito da interação cálcio:fósforo disponível.

Tabela 4 – Produção de ovos, total de ovos produzidos, ovos viáveis e comercializáveis, peso e massa de ovos e conversão alimentar de codornas japonesas.

Níveis de cálcio (%)	Níveis de fósforo disponível (%)				Médias
	0,10	0,17	0,24	0,31	
	Produção de ovos (%ovo/ave-dia) <sup>ns</sup>				
2,0	90,28	93,22	91,80	94,94	91,77
2,5	93,53	91,86	91,44	94,30	92,28
3,0	91,18	92,32	92,58	93,32	92,03
Médias	91,67	92,47	91,94	94,19	CV=4,09
	Produção de ovos (%ovo/ave-alojada) <sup>ns</sup>				
2,0	83,72	89,84	83,46	91,65	85,67
2,5	84,18	89,75	84,65	89,56	86,19
3,0	82,27	87,61	83,44	86,35	84,44
Médias	83,39	89,07	83,85	89,19	CV=8,17
	Total de ovos (unidades/ave-alojada) <sup>ns</sup>				
2,0	70,32	75,46	70,11	76,98	71,96
2,5	70,11	75,39	71,11	75,23	72,20
3,0	69,11	73,59	70,09	72,54	70,93
Médias	69,85	74,82	70,43	74,92	CV=8,17
	Ovos comercializáveis (%/ave-alojada)				
2,0	87,15	90,92	89,48	93,16	89,18
2,5	91,19	89,06	89,44	92,72	89,90
3,0	88,05	89,04	91,15	91,86	89,41
Médias <sup>1</sup>	88,80	89,67	90,02	92,58	CV=4,93
	Peso de ovos (g) <sup>ns</sup>				
2,0	12,21	12,12	12,16	12,08	12,16
2,5	12,09	12,25	12,15	12,26	12,16
3,0	12,34	12,16	11,99	12,13	12,16
Médias	12,21	12,18	12,10	12,16	CV=2,05
	Massa de ovos (g/ave/dia) <sup>ns</sup>				
2,0	11,25	11,21	12,00	11,32	11,49
2,5	11,25	11,22	11,10	11,32	11,19
3,0	11,53	11,22	11,10	11,32	11,28
Médias	11,35	11,22	11,40	11,32	CV=4,55
	Conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovo) <sup>ns</sup>				
2,0	0,345	0,364	0,371	0,362	0,360
2,5	0,353	0,365	0,367	0,367	0,362
3,0	0,368	0,352	0,363	0,359	0,361
Médias	0,355	0,360	0,367	0,363	CV=4,86
	Conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo)				
2,0	3,76	4,04	4,18	3,91	3,97
2,5	4,02	3,77	4,12	3,92	3,96
3,0	4,15	3,79	4,18	4,03	4,04
Médias	3,98	3,87	4,16	3,95	CV=10,60

<sup>ns</sup>Não-significativo (P>0,05).

<sup>1</sup>Efeito linear (P<0,05): Y = 86,9023 + 16,3058X; R<sup>2</sup>=0,87.

CV=Coefficiente de variação (%).

Verificou-se em valores absolutos que dietas com 0,17% de fósforo disponível proporcionaram maior viabilidade das aves. Os níveis de cálcio e fósforo disponível da dieta não influenciaram ( $P>0,05$ ) a produção de ovos (ave-dia e ave-alojada), total de ovos produzidos por ave-alojada, peso dos ovos, massa de ovos e a conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 4). Esses resultados corroboraram os encontrados por Costa et al. (2007) que avaliaram dois níveis de cálcio (2,5 e 3,2%), mas discordam dos resultados encontrados por Raju et al. (1992) que avaliaram quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%), por Yakout et al. (2004) testando três níveis de cálcio (2,0; 2,5 e 3,0%) e por Brandão et al. (2007), estudando sete níveis de cálcio (2,95; 3,10; 3,25; 3,40; 3,55; 3,70 e 3,85%), que observaram efeito significativo dos níveis de cálcio da dieta, sobre a produção e o peso dos ovos. Os resultados encontrados por Barreto et al. (2007), discordam para os parâmetros, produção de ovos, peso dos ovos que foram influenciados linearmente, e a massa de ovos afetada de forma quadrática pelos níveis de Ca (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2; e 3,6%) das dietas, e concordam para a conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovo) onde não houve efeito do nível de cálcio dieta para esses parâmetros.

O peso dos ovos, a massa de ovos, e a conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovo), também não foi afetada ( $P>0,05$ ), pelos níveis de fósforo disponível e cálcio das dietas. Estes resultados corroboram os encontrados por Costa et al. (2007), exceto para a conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovo) onde os níveis de Pd (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) das dietas afetaram de forma linear esse parâmetro.

O aumento dos níveis de Pd na dieta (Tabela 4) promoveu melhoria ( $P<0,05$ ) na produção de ovos comercializáveis (%/ave-dia). Estes resultados concordam com aqueles verificados por Costa et al. (2007).

Embora se observe melhoria dos ovos comercializáveis com aumento dos níveis de fósforo disponível nas dietas, os mesmos níveis de fósforo disponível influenciam de forma

negativa o parâmetro de qualidade de casca (Tabela 5), o peso específico, contudo os níveis de cálcio das dietas melhoram esse parâmetro de forma linear, mostrando que o cálcio da dieta ser mais importante para melhoria da qualidade da casca do que o fósforo, uma vez que, o fósforo participa em menor parte na formação da casca, o que se observou nos parâmetros de peso e percentagem de casca, em que o cálcio da dieta proporcionaram melhoria significativa ( $P < 0,05$ ), na qualidade da casca.

De acordo com o descrito acima, essa melhoria na qualidade da casca dos ovos proporcionada pelos níveis de Ca na dieta reflete na melhoria dos ovos comercializáveis, o que proporcionou aumentos dos ovos comercializáveis já que não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da produção e quantidade de ovos das codornas japonesas.

Avaliando-se os parâmetros referentes à qualidade dos ovos (Tabela 5), constata-se que não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) dos níveis de cálcio e fósforo disponível da dieta.

O aumento dos níveis de cálcio da dieta elevou linearmente o peso e a percentagem da casca ( $P < 0,01$ ), melhorou o peso específico ( $P < 0,05$ ) e reduziu o peso ( $P < 0,05$ ) e a percentagem ( $P < 0,01$ ) de gema dos ovos. A redução linear do peso e da percentagem de gema, possivelmente foi pelo fato do peso e da percentagem de casca terem apresentado efeitos contrários, ou seja, aumentos com a elevação dos níveis cálcio na dieta. Estes resultados concordam com aqueles encontrados por Brandão et al. (2007), que ao avaliarem níveis crescentes de cálcio de 2,95 a 3,55%, observaram melhora no peso e percentagem de gema.

Tabela 5 – Peso e porcentagem de casca, de gema e de albúmen de codornas japonesas, em função dos níveis de cálcio e fósforo disponível da dieta.

Níveis de cálcio (%)	Níveis de fósforo disponível (%)				Médias <sup>1</sup>
	0,10	0,17	0,24	0,31	
Peso de casca (g)					
2,0	1,00	1,02	1,00	0,99	1,01
2,5	1,02	1,04	1,02	1,04	1,03
3,0	1,06	1,05	1,05	1,03	1,05
Médias	1,03	1,04	1,03	1,02	CV=3,33
Porcentagem de casca (%)					
2,0	8,22	8,40	8,27	8,16	Médias <sup>2</sup>
2,5	8,67	8,53	8,44	8,49	8,55
3,0	8,57	8,66	8,76	8,49	8,66
Médias	8,49	8,53	8,49	8,38	CV=3,25
Peso de gema (g)					
2,0	3,73	3,72	3,74	3,71	Médias <sup>3</sup>
2,5	3,84	3,69	3,66	3,67	3,73
3,0	3,73	3,64	3,59	3,69	3,65
Médias	3,77	3,68	3,66	3,69	CV=2,40
Porcentagem de gema (%)					
2,0	30,54	30,72	30,80	30,69	Médias <sup>4</sup>
2,5	30,49	30,13	30,16	29,95	30,26
3,0	30,28	29,95	29,95	30,45	30,06
Médias	30,43	30,27	30,31	30,37	CV=2,06
Peso de albúmen (g) <sup>ns</sup>					
2,0	7,48	7,38	7,41	7,39	Médias
2,5	7,39	7,52	7,46	7,55	7,46
3,0	7,39	7,52	7,46	7,55	7,46
Médias	7,42	7,47	7,45	7,49	CV=2,75
Porcentagem de albúmen (%) <sup>ns</sup>					
2,0	61,2	60,8	60,9	61,1	Médias
2,5	61,0	61,3	61,4	61,6	61,26
3,0	61,1	61,4	61,3	61,1	61,28
Médias	61,15	61,17	61,21	61,25	CV=1,26
Peso específico					
2,0	1,070	1,071	1,071	1,071	Médias <sup>5</sup>
2,5	1,073	1,073	1,072	1,070	1,073
3,0	1,075	1,073	1,074	1,072	1,074
Médias <sup>6</sup>	1,073	1,072	1,072	1,071	CV=0,22

<sup>1</sup>Efeito linear (P<0,01): Y = 0,917075 + 0,0442113X; R<sup>2</sup>=0,96.

<sup>2</sup>Efeito linear (P<0,01): Y = 7,56306 + 0,356742X; R<sup>2</sup>=0,98.

<sup>3</sup>Efeito linear (P<0,05): Y = 3,84099 – 0,0609207X; R<sup>2</sup>=0,90.

<sup>4</sup>Efeito linear (P<0,01): Y = 31,6691 – 0,530510X; R<sup>2</sup>=0,78.

<sup>5</sup>Efeito linear (P<0,01): Y = 1,06463 + 0,00294561X; R<sup>2</sup>=0,99.

<sup>6</sup>Efeito linear (P<0,05): Y = 1,07364 – 0,0085517X; R<sup>2</sup>=0,86.

<sup>ns</sup>Não-significativo (P>0,05).

CV= Coeficiente de variação (%).

Embora tenha sido observada redução nos parâmetros de gema (Tabela 5), não houve diferença ( $P>0,05$ ) no peso dos ovos (Tabela 4) entre os níveis de cálcio estudados. Estes resultados corroboram os encontrados por Barreto et al. (2007) que observaram efeito quadrático, indicando ser o nível de 3,42% de cálcio o que proporcionou maior peso de casca ao avaliarem dietas contendo níveis crescentes de cálcio (1,6 a 3,6%) para codornas japonesas em postura. No entanto contradizem com os encontrados por Costa et al. (2007), que não verificaram diferença significativa para o peso e a percentagem de gema, e de casca, mas observaram melhora na qualidade da casca em função dos níveis de cálcio (2,5 e 3,2%) das dietas.

Para os níveis de fósforo disponível na dieta (Tabela 5), verificou-se efeito significativo apenas para o peso específico dos ovos ( $P<0,01$ ), onde houve redução linear deste com o aumento dos níveis de fósforo disponível na dieta. Estes resultados discordam com aqueles achados por Costa et al. (2007), que não verificaram efeito dos níveis de fósforo disponível (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) sobre o peso específico dos ovos.

O peso e a percentagem de albúmen não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de cálcio e fósforo disponível estudados.

Para os parâmetros ósseos de codornas japonesas (Tabela 6), verificou-se interação significativa ( $P<0,01$ ) dos níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta apenas para os teores de fósforo e cinzas nas tíbias. Esses resultados discordam dos encontrados por Raju et al. (1992), Pedroso et al. (1999) e Garcia et al. (2000), que verificaram que não houve interação significativa dos níveis de cálcio e fósforo disponível estudados sobre os parâmetros ósseos das codornas.

Tabela 6 – Percentagem de cálcio, de fósforo e de cinzas na tibia de codornas japonesas, em função dos níveis de cálcio e fósforo disponível da dieta.

Níveis de cálcio (%)	Níveis de fósforo disponível (%)				Médias
	0,10	0,17	0,24	0,31	
Percentagem de cálcio (%)					
2,0	18,36	19,59	18,49	22,67	18,81
2,5	21,72	19,64	18,15	21,28	19,84
3,0	16,80	20,80	20,67	22,48	19,42
Médias <sup>1</sup>	18,96	20,01	19,10	22,14	CV=14,10
Percentagem de fósforo (%) <sup>2</sup>					
2,0 <sup>ns</sup>	9,38	8,92	9,42	9,55	9,24
2,5 <sup>ns</sup>	8,55	9,14	7,93	9,65	8,54
3,0 <sup>3</sup>	8,36	8,83	9,32	9,15	8,84
Médias	8,76	8,96	8,89	9,45	CV=5,38
Percentagem de cinza (%) <sup>2</sup>					
2,0 <sup>ns</sup>	49,01	46,31	47,40	48,70	47,57
2,5 <sup>4</sup>	43,70	45,26	44,43	49,71	44,46
3,0 <sup>5</sup>	44,39	44,25	49,41	47,29	46,02
Médias	45,70	45,27	47,08	48,57	CV=3,76

<sup>1</sup>Efeito linear (P<0,05):  $Y = 17,5219 + 12,3511X$ ;  $R^2=0,58$ .

<sup>2</sup>Interação significativa (P<0,01).

<sup>3</sup>Efeito linear (P<0,05):  $Y = 8,07283 + 0,409960X$ ;  $R^2=0,76$ .

<sup>4</sup>Efeito quadrático (P<0,01):  $Y = 47,5391 - 53,0924X + 189,401X^2$ ;  $R^2=0,83$ .

<sup>5</sup>Efeito linear (P<0,01):  $Y = 42,2813 + 19,7766X$ ;  $R^2=0,52$ .

<sup>ns</sup>Não-significativo (P>0,05).

CV=Coefficiente de variação (%).

O desdobramento dos níveis de fósforo disponível dentro dos de cálcio mostraram efeito linear (P<0,05) dos níveis de fósforo disponível nas dietas contendo 3,0% de cálcio para o teor de cálcio na tibia das aves, e efeito não significativo (P>0,05) em dietas contendo 2,0 e 2,5% de cálcio. As tibias provenientes de aves que receberam dieta contendo 3,0% de cálcio aumentaram em 9,4% o teor de fósforo em relação as dietas contendo o menor e o maior nível de fósforo disponível. Estes resultados concordam parcialmente com Costa et al. (2007), que ao avaliarem dietas contendo diferentes níveis de cálcio de fósforo disponível, encontraram efeito dos níveis de fósforo disponível das dietas para o teor de fósforo na tibia em ambos os níveis de cálcio estudados, e discordam com os encontrados por Pedroso et al. (1999), onde as dietas contendo 2,5% de cálcio que proporcionaram melhor resistência nas tibias, e não corroboram com os resultados de Raju

et al. (1992), onde os níveis de cálcio estudados não afetaram os teores de fósforo nas tíbias das codornas.

Para o teor de cinzas na tíbia, observou-se comportamento quadrático e linear ( $P < 0,01$ ) em função do aumento dos níveis de fósforo disponível em dietas contendo 2,5 e 3,0% de cálcio, respectivamente. Menor teor de cinzas foi obtido nos ossos da tíbia de aves que receberam dieta contendo 0,14% de fósforo disponível, quando se utilizou dieta contendo 2,5% de cálcio. E quando se utilizou dieta contendo 3,0% de cálcio, o teor de cinzas aumentou em 6,8% ao compararem aqueles obtidos com o fornecimento da dieta contendo o menor e o maior nível de fósforo disponível. Estes resultados confirmam os encontrados por Raju et al. (1992), que ao avaliarem dietas contendo níveis de 2,0 a 3,5% de cálcio, não afetou o teor de cinzas nas tíbias.

Para os teores de cálcio nas tíbias, houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de fósforo disponível utilizados. No entanto, os níveis de cálcio da dieta não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o teor de cálcio da tíbia, estes resultados corroboram com os encontrados por Raju et al. (1992), onde não verificaram efeito dos níveis de cálcio das dietas utilizadas, nos teores de cálcio presente nas tíbias.

#### **4. CONCLUSÃO**

Dietas contendo níveis de 2,0% de cálcio e 0,10% de fósforo disponível, correspondendo ao consumo diário de 555,4 mg de cálcio e 88,18 mg de fósforo disponível por ave, atende as exigências desses minerais para obtenção satisfatória do desempenho e da qualidade de ovos de codornas japonesas no período de 26 a 38 semanas de idade.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AEC. **Recomendação para a nutrição animal**. 5ªed. France, Rhône Poulenc, 1987. 86p.

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S.L.T. **Codornas: Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.

ANDUJAR, M. M.; NAVARRO, M. P.; VARELA, G. Effect of the Ca:P ratio on the utilization of both nutrients by laying quail. **Rev. Esp. Fisiol.** v.33, n.4, p.305-310, 1977.

BARRETO, S. L. T.; PEREIRA, C. A.; UMIGI, R. T. et al. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, n.1, p.68-78, 2007.

BECK, M. M.; HANSEN, K. K. Role of estrogen in avian osteoporosis. **Poultry Science.** 2004; 82(4): 965-2036.

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

BRANDÃO, P.; COSTA, F.; SILVA, J. et al. Exigência de cálcio para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Acta Scientiarum Animal Sciences.** v. 29, n. 1, p. 17-21, 2007.

CABRAL, G.H. **Níveis de cálcio em rações para frango de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 83p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

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

COSTA, C. H. R.; BARRETO, S. L. T.; OLIVEIRA, M. et al. Níveis de fósforo e de cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.36, p. 2037-2046, 2007.

FARIA, D. E. **Avaliação de alguns fatores nutricionais e de alimentação sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais.** Jaboticabal, 1996. 153 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP.

GARCIA, J.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A .C. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Acta Scientiarum.** v.22, n.3, p.733-739, 2000.

GRANNER, D. K. Hormônios que Regulam o Metabolismo do Cálcio – **Harper: Bioquímica.** Editado por MURRAY. et al. Atheneu Editora São Paulo. 2006.

HARMS, R. H. The influence of nutrition on eggshell quality. Part 2: Phosphorus. **Feedstuffs,** p.25-26, 1982.

HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. **DUKES – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Editado por SWENSON, M. J. & REECE, W. O. Editora Guanabara Koogan, 11ª edição, 1996, p.471 – 487.

HESTER, P.Y. A qualidade da casca do ovo. **Avicultura industrial**, Porto Feliz, ano 90, n.1072, p.20-30, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006.

ITO, R. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade da casca de ovos. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 3., São Paulo, APA, 1998, *Anais...* São Paulo: APA, 1998. p. 119-138.

KENNY, A. D. **Parathyroid and ultimobranchial glands**. In “Avian Physiology”, (P. D. Sturkie, ed), 4th ed., pp. 466-478. Springer-Verlag, New York, 1986.

KUSSAKAWA, K. C. K.; MURAKAMI, A. E., FURLAN, A.C. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.3, p.572-578, 1998.

LEANDRO, N. S M.; FILHO, R. M. J.; BRITO, A. B. et al. Granulometria do calcário no desempenho e qualidade da casca de ovos de codornas japonesas. **Ciência Animal Brasileira**. v. 7, n. 4, p. 381-387, out./dez. 2006.

MACARI, M.; FURLAN, L. R.; GONZAÇES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

MACARI, M., MENDES, A. A. **Manejo de Matrizes de Corte**. ed, FACTA. 421 p. 2005.

MOURA, G. S.; BARRETO, S. L. T.; DONZELE, J. L. et al. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

MURAKAMI, A. E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXXIX, Recife. 2002. *Anais...* Recife: SBZ, 2002, p. 283-309.

N.R.C – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9º edição. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.

NELSON, F. E.; LAUBER, J. K.; MIROSHI, L. Calcium and phosphorus requirements for breeding coturnix quail. 1964. **Poultry Science**. v.43,

NYS, Y. Regulation of plasma (1,2(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) of osteocalcin and of intestinal calbindin. In hens. In: *Avian Endocrinology* (P. J. Sharp, ed), pp. 345-357. **Journal Endocrinology** Lld., Bristol, 1993. p.1346 (Abstracts).

PEDROSO, A.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J. et al. Níveis de cálcio e de fósforo disponível em dietas sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas. **Ars Vet.** v.15, n.2., p.135-139, 1999.

PINHEIRO, S. R. F., BARRETO, S. L. T., ALBINO, L. F. T. et al. Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.

PINTO, R.; FERREIRA, AS; DONZELE, JL., et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2003a, vol.32, n.5, p.1182-1189.

PINTO, Rogério.; DONZELE, JL.; FERREIRA, AS., et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2003b, vol.32, n.5, p.1166-1173.

RAJU, M. V. L. N.; RAO, P. V.; REDDY, V. R. et al. Effect of dietary calcium and inorganic phosphorus on the performance of laying Coturnix quail. **Indian Journal Animal Science**. v.62, n.11, p.1072 – 1076, 1992.

ROBERTS, J. R.; BRACKPOOL, C. E. The ultra structure of avian eggshell. **Poultry Science Champaign**. v. 5, p. 245-272, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas. Viçosa, MG: UFV, 2009.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3a edição. Editores: Scott, M. L. (Ithaca). p.433. 1982.

SHRIVASTAV, A. K.; PANDA, B. Level and sources of calcium for egg production and Shell quality in quails. **Indian Journal Poultry Science**. New Delhi, v.21, n.1, p. 78-81, 1986.

SHRIVASTAV, A. K.; PANDA, B.; DARSHAN, N. Calcium and phosphorus requirements of laying Japanese quail. **Indian J. Poultry Science**. v.24, n.1, p.27 – 34, 1989.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; SILVA, E. L. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA E II CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, Lavras, 2007. **Anais...** Lavras, 2007, p. 44-64.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos – Métodos Bioquímicos e Biológicos**. 3ª edição. Viçosa : UFV, 2002. 235p.

SIMÕES, A. F. **Influência da atividade física no tratamento da osteoporose**. Disponível em: <<http://www.cdof.com.br/fisio5.htm>>. Acesso em: 20/09/2008.

SMITH, O. B.; KABAJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium/ phosphorus rations in broiler diets. **Poultry Science**. v.64, p.1713-1720, 1984.

UMIGI, RT; BARRETO, SLT; DONZELLE, JL. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2007, vol.36, n.6, pp. 1868-1874.

VOHRA, P. A review of the nutrition of Japanese quail. **World Poultry Science Journal**. v.27, n.1, p.26 – 35. 1971.

VOHRA, P. A.; SIOPEL, T. O.; WILSON, W. O. Egg production and body weight changes of Japanese quail and leghorn hens following deprivation of either supplementary calcium or vitamin D. **Poultry Science**. v.58, p.432 – 440. 1979.

YAKOUT, H. M. Calcium and phosphorus requirements of Japanese quail hens during the early production period. **Egyptian Poultry Science Journal**. v.23, p.617-628, 2004.