

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**MARIANA QUINTINO DO NASCIMENTO**

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETAS PARA CODORNAS  
JAPONESAS UTILIZANDO FOSFATO BICÁLCICO COM DUAS  
GRANULOMETRIAS**

**ALEGRE – ES**

**2013**

MARIANA QUINTINO DO NASCIMENTO

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETAS PARA  
CODORNAS JAPONESAS UTILIZANDO FOSFATO BICÁLCICO  
COM DUAS GRANULOMETRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal

Orientador: Prof. DSc. José Geraldo de Vargas Júnior.

ALEGRE – ES

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Nascimento, Mariana Quintino do, 1988-

N244n Níveis de cálcio e de fósforo em dietas para codornas japonesas utilizando fosfato bicálcico com duas granulometrias / Mariana Quintino do Nascimento. – 2013.  
83 f. : il.

Orientador: Jose Geraldo de Vargas Junior.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Nutrição animal. 2. Codorna japonesa. 3. Ovos - Qualidade. I. Vargas Junior, Jose Geraldo de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 619

---

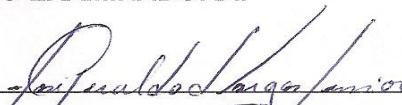
MARIANA QUINTINO DO NASCIMENTO

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETAS PARA  
CODORNAS JAPONESAS UTILIZANDO FOSFATO BICÁLCICO  
COM DUAS GRANULOMETRIAS**

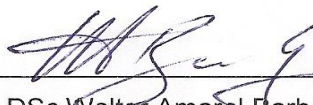
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovada em 30 de julho de 2013.

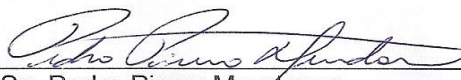
**COMISSÃO EXAMINADORA:**



Prof. DSc José Geraldo de Vargas Junior  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Orientador



Prof. DSc Walter Amaral Barboza  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES



Prof. DSc. Pedro Pierro Mendonça  
Instituto Federal do Espírito Santo - IFES



Prof. DSc. Luiz Fernando Teixeira Albino  
Universidade Federal de Viçosa - UFV

## **DEDICATÓRIA**

A Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos e me conceder a  
realização de mais um sonho.

A minha irmã, Evilyn, pelo amor, apoio incondicional e pelo incentivo.

A minha mãe, Anna Maria, por ser tudo o que se espera de uma verdadeira  
mãe.

Ao meu pai, João Luiz, por me dar todo o suporte necessário até para os meus  
sonhos mais impossíveis.

Ao meu irmão, Raphael, que sempre se fez presente na minha vida com seu  
amor e seu apoio.

Aos amigos que conquistei nesta jornada e que vou levar para sempre no meu  
coração.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Espírito Santo e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor José Geraldo de Vargas Junior, pela dedicada orientação, pelos ensinamentos, amizade e principalmente por ter me permitido realizar o curso sob sua orientação.

À minha família pelo amor, suporte, dedicação e confiança que sempre tiveram em mim.

Aos bolsistas e estagiários do aviário, Anyara (Any), Catarina (Cat), Drielly, Felipe Barreto, Filipe Falqueto, Gabriel (Biel), Juliano (Juju) e Júlio, pela companhia, paciência, apoio, disponibilidade em ajudar sempre que eu precisei e principalmente pela amizade.

Aos meus amigos maravilhosos Nanda, Dani, Cadu, Carol, Any, Cat e Biel pelos momentos inesquecíveis, pela ajuda nos momentos em que eu mais precisei, vocês são a família que eu escolhi.

Aos demais professores, funcionários e colegas que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste curso.

Muito obrigado a todos.

**“Alguns homens veem as coisas como são, e dizem ‘Por quê?’ Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo ‘Por que não?’”.**

George Bernard Shaw

## RESUMO

NASCIMENTO, M.Q. **NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETAS PARA CODORNAS JAPONESAS UTILIZANDO FOSFATO BICÁLCICO COM DUAS GRANULOMETRIAS.** 2013. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2013.

Objetivou-se com este trabalho determinar as exigências de cálcio (Ca) e de fósforo disponível (Pd), para codornas japonesas produtoras de ovos de consumo, mantendo relação proporcional entre o cálcio e o fósforo e variando a granulometria do fosfato bicálcico. Foram conduzidos dois experimentos no setor de avicultura da Universidade Federal do Espírito Santo com duração de 84 dias, cada um. Em cada experimento, foram utilizadas 480 codornas japonesas com 150 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (3 níveis de Pd ou de Ca para 2 granulometrias de fosfato bicálcico). Para determinação do fósforo disponível foram utilizados três níveis de Pd (0,221; 0,323 e 0,596%) e duas granulometrias fina (0,145mm) e grossa (0,310mm), 10 repetições e oito aves por unidade experimental. No segundo experimento foram utilizados três níveis de cálcio (1,67; 3,099 e 4,52%), 10 repetições e oito aves por unidade experimental. Em ambos os experimentos, as dietas experimentais continham 2800 Kcal de energia metabolizável por Kg e 19,90% de proteína bruta. A determinação do nível adequado de Cálcio e de Fósforo disponível foi estimada utilizando a taxa de postura de ovos comercializáveis, o consumo de ração, o peso médio do ovo, a massa de ovos, a conversão alimentar grama por grama e quilo por dúzia, o peso absoluto e relativo de casca, gema e albúmen, a unidade haugh, a densidade específica, os parâmetros ósseos e os níveis séricos. No primeiro experimento utilizou-se o nível de cálcio fixo e os níveis de fósforo disponível foram crescentes. Conclui-se que o nível de 0,323% de fósforo disponível é suficiente para atender o requerimento de codornas produtoras de ovos de consumo, uma vez que não foi observado nenhum prejuízo na produção destas aves. No segundo experimento em que o nível de fósforo disponível foi fixo em 0,323% e os níveis de cálcio crescentes, concluiu-se que o nível de 3,099% de cálcio foi satisfatório para proporcionar melhores



resultados de desempenho, qualidade interna dos ovos e não causar prejuízos nem aos parâmetros ósseos nem aos níveis séricos de minerais de codornas japonesas em produção. Além disso, pode-se observar, que a inclusão do fosfato bicálcico de granulometria grossa gerou valores superiores aos encontrados para a inclusão do fosfato de granulometria fina para o primeiro experimento, contudo a inclusão do fosfato de granulometria fina resultou em melhores resultados para o segundo.

**Palavras-chave:** Minerais; Nutrição; Ovo

### **LEVELS OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN DIETS FOR USING JAPANESE QUAILS BICALCIUM WITH TWO SIZES**

**Abstract:** The objective of this work was to determine the requirements of calcium (Ca) and available phosphorus (AP), Japanese quail producing eggs for human consumption, while maintaining proportional relationship between calcium and phosphorus and varying the particle size of the inorganic phosphate. Two experiments were conducted in the poultry sector of the Universidade Federal do Espírito Santo and lasting 84 days each. In each experiment, we used 480 Japanese quails with 150 days of age, distributed in a completely randomized in a 3x2 factorial arrangement (3 levels for Pd or Ca 2 grainy dicalcium phosphate). To determine the available phosphorus were used three levels of Pd (0.221, 0.323 and 0.596%) and two fine (0.145 mm) and thick (0.310 mm), 10 replicates and eight birds per experimental unit. In both experiments, the experimental diets contained 2800 kcal metabolizable energy per kg and 19.90% crude protein. The determination of the appropriate level of calcium and available phosphorus was estimated using the rate of egg laying marketable, feed intake, the average egg weight, egg mass, feed conversion, gram for gram and kilo per dozen, the absolute and relative weight of shell, yolk and albumen haugh unit, the specific density, bone parameters and serum. In the first experiment we used the fixed level of calcium and available phosphorus levels were rising. We conclude that the level of 0.323% available phosphorus is sufficient to meet the requirement of producing quail eggs for consumption, since there were no impaired production of these birds. In the second

experiment in which the level of available phosphorus was fixed at 0.323% and increasing calcium levels, it is concluded that the level of 3.099% calcium was satisfactory to provide best performance, internal egg quality and not cause damage or the parameters or bone to serum minerals Japanese quail production. Furthermore, it can be seen that the inclusion of the dicalcium phosphate coarse generated values higher than those found for the inclusion of finely phosphate for the first experiment, however the inclusion of finely phosphate resulted in better results for the second .

**Key-words:** Minerals, Nutrition, Egg

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
2.1	CÁLCIO.....	13
2.2	FÓSFORO.....	14
2.3	METABOLISMO DE CÁLCIO E FÓSFORO.....	15
2.4	BALANÇO DE CÁLCIO E FÓSFORO.....	16
2.5	MINERALIZAÇÃO ÓSSEA.....	18
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1: Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas utilizando fosfato bicálcico de duas granulometrias</b> .....	<b>19</b>
3.1	RESUMO.....	20
3.2	INTRODUÇÃO.....	21
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
3.5	CONCLUSÕES.....	45
3.6	REFERÊNCIAS.....	46
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2 – Níveis de cálcio em dietas para codornas japonesas utilizando fosfato bicálcico de duas granulometrias.</b> .....	<b>49</b>
4.1	RESUMO.....	50
4.2	INTRODUÇÃO.....	52
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	53
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.5	CONCLUSÕES.....	75
4.6	REFERÊNCIAS.....	76
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS GERAIS</b> .....	<b>79</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as produções comerciais de aves poedeiras, a criação de codorna japonesa vem se destacando e com isso despertando o interesse de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que possam contribuir para o aperfeiçoamento desta cultura.

Um dos fatores determinantes do sucesso de qualquer criação é a nutrição, uma área bastante explorada pelos pesquisadores, principalmente no que diz respeito ao atendimento das exigências nutricionais das aves. Uma vez que, estes estudos podem contribuir com a redução de custos de produção.

Aves poedeiras têm como função a produção de ovos comerciais e que estes apresentem qualidade aceitável para serem comercializados. No entanto, é um tipo de ave que apresenta variação na produtividade em função de pequenas variações nos níveis nutricionais da dieta, principalmente se esses nutrientes forem os macrominerais. Assim sendo, o fornecimento de minerais, principalmente cálcio e fósforo, considerando os diferentes aspectos da alimentação e nutrição, pode fazer com que o desempenho destas aves se torne melhor e com isso a qualidade dos ovos seja otimizada.

Com isso, os minerais são alvo de pesquisa e raramente podem ser estudados como elementos isolados com independência e funções autossuficientes. Estes estão interligados e atuam conjuntamente na fisiologia do animal. As relações entre cálcio e fósforo na formação óssea e da casca do ovo, as inter-relações entre o ferro, cobre e cobalto na síntese de hemoglobina e formação dos eritrócitos são exemplos.

O cálcio e o fósforo são macrominerais que atuam como os principais elementos que compõem a estrutura do tecido ósseo e da casca do ovo. Estes minerais são encontrados na porção trabecular (subcutânea esponjosa) dos ossos e estão em equilíbrio dinâmico com os fluidos corporais e outros tecidos do corpo. Nos períodos de deficiência alimentar ou quando o requerimento aumenta, como durante a formação da casca do ovo, o cálcio e o fósforo são mobilizados dos ossos para manter os níveis normais no sangue e nos demais tecidos moles. Desta forma, o soro sanguíneo contém 5 mEq/L de cálcio. No

entanto, a ave em postura, apresenta níveis entre 15 a 20 mEq/L de cálcio no soro.

Além das funções destes minerais serem interligadas também há interações que ocorrem na luz intestinal, e são tão evidentes pois a maioria dos minerais adicionados na alimentação animal são minerais na forma inorgânica, portanto eles estão susceptíveis a interações com outros minerais e demais componentes da dieta. Estes complexos formados inviabilizam a absorção e por isso os níveis de minerais recomendados são superiores ao requerimento real do animal. Assim, o uso de fontes de minerais, com granulometrias maiores, pode fazer com que haja menor número de interações, com outros minerais e conseqüentemente, melhorar a eficiência de absorção e qualidade das excretas produzidas pelo animal.

O excesso de cálcio na dieta reduz absorção do fósforo por formar complexos insolúveis no lúmen intestinal. Por outro lado, níveis muito baixos de cálcio não são suficientes para permitir a adequada mineralização óssea, resultando na maior excreção do fósforo. Assim sendo, o fornecimento de minerais, principalmente cálcio e fósforo, considerando os diferentes aspectos da alimentação e nutrição, pode fazer com que haja melhorias no processo de absorção, uma vez que a liberação e disponibilização do fósforo para a absorção pode ser alterada em função da granulometria do fosfato e conseqüentemente poderá ocorrer melhorias na eficiência de absorção, mineralização óssea, excreção e produção de ovos.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, usando o método dose-resposta, determinar as exigências de cálcio e de fósforo, para codornas japonesas produtoras de ovos de consumo, mantendo relação proporcional entre o cálcio e o fósforo e variando a granulometria da fonte de fósforo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cálcio

O cálcio é um dos minerais mais metabolicamente ativos no organismo animal, uma vez que ele atua na regulação da contração muscular, na transmissão de impulsos nervosos, na coagulação sanguínea, na ativação de complexos enzimáticos, na reprodução, entre outros (MACARI et al., 2002).

Além disso, dentre os minerais estudados, o cálcio tem sido pesquisado com o objetivo de melhorar a qualidade da matriz óssea e a formação da casca de ovos. Desta forma as fontes de cálcio e suas características físicas e químicas são alvo de estudos que visam melhorar a absorção e o aproveitamento destas fontes pelo animal, já que fatores como a fonte de cálcio, o tamanho e a solubilidade da partícula de cálcio e níveis de inclusão do mesmo podem ter influência direta sobre a qualidade da casca (BERTECHINI e FASSANI, 2001).

Contudo, o uso inadequado destas fontes, pode resultar em prejuízo para o sistema ósseo das poedeiras (JARDIM FILHO et al., 2005), acarretando perdas na produtividade e na qualidade da casca dos ovos, reduzindo a sua vida produtiva.

Sendo assim, pesquisas visando a adequação dos níveis e das fontes de cálcio tem contribuído para melhorar a qualidade da casca do ovo. Para aves poedeiras mais jovens, o nível de 2,25% de cálcio dietético é adequado, entretanto para outras o nível de 5,00% pode ser eficiente devido a idade. Uma vez que, aves jovens apresentam retenção de aproximadamente 60% enquanto as mais velhas, apenas 40% do cálcio é absorvido (ROLAND, 1976).

Além disso, conforme a poedeira envelhece observa-se aumento no peso do ovo em até 20%, mas sem aumento proporcional no peso da casca (MILES, 2000). A deposição de cálcio na casca corresponde a, aproximadamente, 10% do total deste mineral presente no organismo de poedeiras comerciais e com o avançar da idade da ave esta deposição não aumenta, resultando na queda da qualidade da mesma. O nível de cálcio

requerido também pode variar com o consumo de ração, a temperatura ambiente e o conteúdo de energia da dieta.

O aumento do consumo de cálcio resulta em cascas mais resistentes, todavia o excesso deste na dieta apresenta efeito negativo sobre o consumo de ração e na produção de ovos. Ademais este excesso pode interferir na disponibilidade de outros minerais como o fósforo (GERALDO et al., 2006).

## **2.2 Fósforo**

O fósforo é um dos nutrientes que causam maior impacto nos custos de formulação de dietas para animais não ruminantes, como aves e suínos. De maneira semelhante, as funções exercidas por este mineral é de extrema importância para diversas funções metabólicas do animal. E, isto torna fundamental sua adição em quantidade adequada nas dietas para atender às necessidades do organismo (MENEGET, 2009).

Segundo Runho et al. (2001), o fósforo atua no metabolismo energético, metabolismo de carboidratos, aminoácidos e lipídeos, nos processos bioquímicos do sangue, na formação da estrutura óssea, controle de apetite e na eficiência alimentar.

Além da sua importância econômica, o fósforo também é alvo de estudos devido a sua importância ambiental, uma vez que, em excesso este mineral possui grande potencial poluidor. Codornas apresentam boa tolerância às variações de cálcio e fósforo da dieta e com isso, são capazes de excretar todo o excesso destes no meio ambiente, que pode causar contaminação do solo e de lençóis freáticos (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2004).

A excreção de cálcio e fósforo ocorre por dois processos. O primeiro está relacionado ao material não absorvido e que é excretado por meio das fezes. O segundo é via rins, cujo controle ocorre por meio de hormônios que atuam nos rins. Este mecanismo de controle está ligado diretamente com os níveis séricos de cálcio e fósforo. Assim, a excreção é influenciada de forma direta pela absorção e utilização dos minerais. O paratormônio é o hormônio que atua, de forma direta, reduzindo a excreção de cálcio via urina, e indiretamente (ação da vitamina D) via fezes, mas ao mesmo tempo aumenta a

excreção de fósforo, devido a sua ação sobre a matriz óssea, liberando íons de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{2-}$ ) na circulação (MACARI e MENDES, 2005).

### 2.3 Metabolismo de cálcio e de fósforo

Para ser absorvido o cálcio (Ca) e o fósforo (P) devem estar ionizados e solubilizados ou então ligados a uma molécula orgânica solúvel antes de atravessar a parede do intestino. A absorção de cálcio ocorre pelo transporte ativo, principalmente no duodeno e na parte superior do jejuno. Ela também ocorre por difusão passiva em todo o intestino delgado, mas principalmente no íleo, e pouco no intestino grosso. Já o fósforo é absorvido no intestino delgado na forma de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{2-}$ ), por meio de difusão simples, seguindo o gradiente de concentração ou então por transporte ativo dependente de vitamina D e sódio ( $\text{Na}^{2+}$ ) (GUÉGUEN et al., 2000).

Tanto a absorção do cálcio como a do fósforo depende de fatores como o pH, o nível de disponibilidade dietético, presença de vitamina D, relação Ca e P, presença de outros minerais como ferro, alumínio, magnésio, manganês, forma e grau de pureza das fontes minerais utilizadas, idade das aves, dentre outros (PIZZOLANTE, 2000).

Em dietas deficientes em cálcio e fósforo há mudanças adaptativas no intestino, que aumentam a absorção destes. A redução do nível sérico de fósforo estimula a produção de 1,25 dihidroxicolecalciferol e adaptação do rim, com o objetivo de aumentar a reabsorção e compensar o baixo nível dietético. Ainda assim, o organismo tenta elevar os níveis séricos de fósforo por meio da desmineralização óssea. Quando o nível plasmático de cálcio está reduzido, as glândulas paratireoides são estimuladas a aumentar a secreção de paratormônio, que atua na desmineralização óssea, promovendo assim a liberação de cálcio e fosfato na forma de cristais de hidroxiapatita. Este hormônio também promove o aumento da reabsorção renal de cálcio e de fósforo e a conversão da forma inativa da vitamina D na sua forma ativa (1,25 dihidroxicolecalciferol) (QUEIROZ, 2008).

Entretanto, quando o nível de cálcio sérico se encontra aumentado, há estímulo para elevar a produção de calcitonina. Esta atua aumentando a



entrada do cálcio e do fósforo nas células ósseas e diminuindo a saídas destes para o plasma (SIMÕES, 2005).

Aves poedeiras requerem altos níveis de cálcio sérico para a formação da casca do ovo. Estes altos níveis são obtidos por meio da desmineralização óssea e pelo aumento da absorção intestinal. A vitamina D ativa (1,25 dihidroxicolecalciferol) é secretada pelos rins, de modo que esta regule a absorção de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) pela indução de mRNA e a síntese de proteínas transportadoras de membrana (ALMEIDA, 2011).

O efeito do fósforo sobre a qualidade da casca é menor do que a do cálcio, logo a produção científica desse elemento é menor. Uma vez que, a casca contém apenas 20mg de fósforo, enquanto a mesma apresenta 2100mg de cálcio. A maior porção de fósforo é incorporada à gema na forma de fosfolipídios e fosfoproteínas. Uma pequena parte é depositada na casca para formar o fosfato de cálcio e uma fração menor ainda é utilizada na formação do albúmen (HARMS, 1982).

## **2.4 Balanço cálcio e fósforo**

Segundo Mello et al. (2012), o cálcio exerce influência sobre a absorção e o metabolismo do fósforo, e desta forma pode inferir que o requerimento nutricional de fósforo é influenciado pelo nível de cálcio na dieta. Sendo assim, deve-se levar em consideração a relação entre estes minerais na dieta, e não apenas seus níveis de forma independente. Com base nisto, Rama Rao et al. (2006) realizaram estudo e encontraram desempenho e teor de minerais ósseo similares em frangos alimentados com 6 gramas de cálcio e 3 gramas de fósforo disponível/Kg em relação àqueles alimentados com maiores níveis destes minerais na dieta – 9 gramas de cálcio e 4,5 gramas de fósforo disponível/Kg.

O excesso de cálcio na dieta reduz a absorção de fósforo por formar complexos insolúveis no lúmen intestinal, prejudicando a mineralização óssea. A redução do consumo causada por altos níveis de cálcio associados a baixos níveis de fósforo é responsável pela piora no desempenho e na mineralização

óssea das aves (Mello et al., 2012). Xie et al. (2009), verificaram a importância de se considerar os teores de cálcio e fósforo conjuntamente quando se avalia o requerimento destes dois minerais. Estes autores confirmaram que existe interação entre o cálcio e o fósforo e que esta influenciou significativamente o ganho de peso, a conversão alimentar, o consumo de ração e as cinzas dos tibiotarsos de pintos de 1 a 14 dias de idade e, contudo os efeitos não foram significativos quando estes minerais foram observados separadamente.

Pelícia (2011) ao estudar quatro níveis de cálcio em esquema fatorial com quatro níveis de fósforo (16 relação cálcio:fósforo disponível), observou que o aumento dos níveis de cálcio promoveram o aumento linear na excreção deste mineral. Contudo, os níveis de cálcio e os de fósforo não causaram efeito sobre a excreção do fósforo.

Pastore (2012), ao estudar três níveis de cálcio (3,9; 4,2 e 4,5) e três relações cálcio: fósforo disponível (12,12:1; 10,53:1 e 9,30:1) para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade, verificou que o aumento dos níveis de cálcio causou aumento linear sobre a matéria mineral da excreta (% e g/ave/dia) e sobre o cálcio na excreta (% e g/ave/dia), além de causar redução linear sobre a quantidade de cálcio retido. Quanto às relações cálcio: fósforo disponível, verificou-se que a relação de 12,12:1 foi aquela que apresentou maior teor de fósforo retido.

Plumstead et al. (2008), estudaram o efeito causado pelo cálcio na absorção do fósforo e a relação ótima destes minerais em dietas para frangos de corte. Os tratamentos variaram o nível de cálcio (0,47; 0,70; 0,93 e 1,16%) dentro de cada nível de fósforo fítico (0,28; 0,24 e 0,10%) nas dietas. De acordo com os resultados encontrados, a digestibilidade aparente pré-cecal do fósforo diminuiu quando a concentração de cálcio da dieta aumenta e é maior quando as dietas contêm baixo teor de fitato. Contudo, embora baixos níveis de cálcio dietéticos tenham aumentado a hidrólise do fitato e a quantidade de fósforo absorvido no intestino, a retenção de fósforo respondeu positivamente ao aumento de cálcio dietético até atingir um platô, onde não ocorreram mais melhorias, indicando que um nível mínimo de cálcio é requerido pelos animais. A relação de cálcio:fósforo disponível, que resultou na maior retenção e menor excreção de fósforo foi 2,53:1; 2,40:1; 2,34:1 para dietas com 0,28; 0,24 e

0,10% de fósforo fítico, respectivamente, ou seja, quanto menores os teores de fitato, menor a relação de cálcio e fósforo necessária para atender o requerimento.

## **2.5 Mineralização óssea**

A matriz óssea é composta de cálcio e fósforo, predominantemente. Estes minerais são encontrados sob a forma de hidroxapatita, e que corresponde de 60 a 70% do peso total do osso, conferindo as características de rigidez e resistência ao osso. Desta forma, os ossos são utilizados como indicadores da quantidade de minerais nas dietas. Deficiências de minerais podem acarretar atraso do crescimento, diminuição no consumo e fragilidade óssea durante a fase de desenvolvimento. E, durante a fase de postura, apresentam presença de ovos com casca fina, redução na produção de ovos e no conteúdo de cinzas e de cálcio nos ossos (MELLO, 2012).

No período de calcificação, o cálcio a ser depositado na casca tem duas origens: dietética e óssea. Mesmo que as aves consumam quantidades adequadas de cálcio, cerca de 30% do cálcio da casca é oriundo dos ossos. Portanto, devem-se fornecer quantidades adequadas deste mineral para as codornas em desenvolvimento, para se garantir um aporte adequado à mobilização de cálcio dos ossos na época de postura sem causar fragilidade óssea (COSTA et al., 2009).

Desta forma, Yan et al. (2005) destacam que o tíbiotarso é o osso de mais rápido desenvolvimento do organismo da ave e é muito sensível às deficiências de cálcio e fósforo, logo a sua utilização é a mais indicada para a determinação do requerimento destes minerais.

De acordo com Onyango et al. (2003), o teor de cinzas nos ossos e densiometria óssea são mais sensíveis do que a resistência, como indicadores de cálcio e fósforo na dieta de frangos. A resistência tem sido criticada por ser susceptível a variações, como métodos de armazenamento, local em que o corte é realizado e o aparelho utilizado para a medição.

## **CAPÍTULO 1**

Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas utilizando  
fosfato bicálcico de duas granulometrias

### **3. CAPÍTULO 1: Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas utilizando fosfato bicálcico de duas granulometrias**

#### **3.1 Resumo**

Conduziu-se um experimento com o objetivo de verificar o efeito de diferentes níveis de fósforo disponível e granulometria do fosfato bicálcico sobre o desempenho, a qualidade dos ovos, níveis séricos e o perfil do tecido ósseo de codornas japonesas durante a fase de postura. Foram utilizadas 480 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo com 150 dias de idade e no segundo ciclo de produção, distribuídas em 60 unidades experimentais contendo oito aves cada. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 com dez repetições por tratamento, composto por três níveis de fósforo disponível (0,221; 0,323 e 0,596%), duas granulometrias de fosfato bicálcico (Fina - 0,145mm e Grossa – 0,310mm), sendo que o cálcio foi fixado em 3,099%. As dietas experimentais foram isoprotéicas (19,9% PB), isocalóricas (2800 kcal EM/kg). Os níveis de fósforo disponível e as granulometrias utilizadas influenciaram de forma significativa ( $P < 0,05$ ) características como consumo de ração/ave/dia, massa de ovos, unidade haugh, conversão alimentar grama/grama e quilo por dúzia de ovos. Concluiu-se que dietas contendo 0,323% de fósforo disponível e 3,099% de cálcio e fosfato de granulometria grossa são suficientes para proporcionar melhores desempenho produtivo, manutenção das características internas dos ovos, desenvolvimento do tecido ósseo e níveis séricos normais de codornas japonesas em postura.

**Palavras-chave:** *Coturnix coturnix japonica*; Macrominerais; Tamanho de partícula;

### **Levels of available phosphorus in diets for Japanese quails using dicalcium phosphate at two particle sizes**

**Abstract:** The objective of this study was to verify the effect of different levels of available phosphorus and particle size of dicalcium phosphate on performance, egg quality, serum levels and profile of bone tissue of Japanese quails in the laying phase. Four hundred and eight Japanese quails, producing eggs for consumption, at 150 days of age in the second cycle were used, distributed into 60 experimental units with eight birds each. The design was a complete random one, in a 3 x 2 factorial design with ten replicates per treatment, consisting of three levels of available phosphorus (0.221; 0.323 and 0.596%), two particle sizes of dicalcium phosphate (Fine – 0.145mm and Thick – 0.310mm) in which phosphorus was set at 3.099%. The experimental diets were isoprotein (19.9% CP), isocaloric (2800 kcal ME/kg). The levels of available phosphorus and particle size used in the experiment influenced significantly ( $P < 0.05$ ) traits such as consumption of feed/bird/day, egg mass, Haugh unit, feed conversion g/g and kilogram per egg dozen. It is concluded that diets containing 0.323% of available phosphorus and 3.099% of calcium and phosphate of thick particle size are sufficient to provide better performance, maintenance of internal characteristic of the eggs, development of the bone tissue and normal serum levels of laying Japanese quails.

**Key-words:** *Coturnix coturnix japonica*; Macrominerals; Particle size.

### **3.2 Introdução**

A criação de codornas no Brasil iniciou-se no final da década de 50 e se destacou mais no final dos anos 80, quando houve superprodução de ovos, ocasionando prejuízos a produtores, com consideráveis perdas na produção e exploração dessas aves. No entanto, tem-se verificado retomada crescente na

exploração da coturnicultura nacional, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do país (BARRETO et al., 2007).

Segundo Costa et al. (2007), os principais fatores que contribuem para a criação de codornas são o rápido crescimento, a maturidade sexual precoce (40 a 45 dias), a alta taxa de postura (em média 300 ovos/ave/ano), a elevada vida produtiva (14 a 18 meses), o baixo investimento e o rápido retorno do capital investido. Essas vantagens têm despertado interesses de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que contribuam com maior aprimoramento desta exploração. Para Fujikura (2002), a coturnicultura se destaca a cada ano como atividade produtiva no mercado agropecuário brasileiro. Na década de 90, houve grande crescimento na produção de ovos, em decorrência da mudança nas características dos mercados atacadistas e varejistas, uma vez que os ovos comercializados preferencialmente *in natura* passaram também a ser processados em indústrias beneficiadoras, originando os ovos descascados ou em conserva, muito utilizados em churrascarias, restaurantes, bares e lanchonetes.

Contudo, pesquisas na área de nutrição de codornas estão concentradas em temas relevantes, mas pouco diversificados. Na área de nutrição, maior número de trabalhos foi realizado para estimar as exigências de proteína, energia, aminoácidos sulfurados, lisina e cálcio (SILVA et al., 2007). Entretanto, de acordo com Costa et al. (2010) pouco destaque se deu à treonina, o segundo aminoácido limitante na ração de codornas, ao fósforo, mineral que mais onera o custo da ração, aos minerais traços e às vitaminas.

O fósforo é o mineral que acompanha o metabolismo do cálcio, principalmente no que se refere à absorção e níveis séricos. Segundo

Bertechini (2004) nível excessivo de cálcio na dieta pode trazer prejuízos no aproveitamento do fósforo, no entanto, maior prejuízo ocorre se for o contrário. Uma dieta com deficiência de fósforo ou um amplo desequilíbrio na relação Ca:P na dieta pode causar problemas porque qualquer dos dois elementos em excesso precipita o outro no intestino, ficando menos disponíveis e dificultando a absorção pelas aves. Os níveis de cálcio e fósforo no sangue, nessas condições, também podem ficar reduzidos (LEESON e SUMMER, 2001).

Além do balanço entre o cálcio e o fósforo, o tamanho da partícula de fosfato bicálcico e sua origem é fundamental para formulação das dietas de aves poedeiras. Partículas maiores permitem a liberação e absorção de fósforo mais lentas, uma vez que as partículas maiores possuem maior tempo de retenção na moela. Ao utilizar fonte de fósforo com moagem grossa, os gastos energéticos com a deposição óssea desse mineral são reduzidos, pois sua maior permanência na moela permitiria melhor fluxo de minerais para a casca do ovo devido a manutenção constante de fósforo sérico e economia de energia no metabolismo (Jardim Filho et al., 2005).

Desta forma, entre os estudos dos níveis nutricionais, pouco se pesquisa sobre os minerais, nutrientes essenciais na formação do esqueleto e da composição da casca dos ovos e que exercem outras funções bioquímicas importantes no organismo. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar os níveis de fósforo disponível na dieta de codornas japonesas em postura, analisar o efeito da granulometria do fosfato bicálcico e verificar as possíveis interações entre os níveis de cálcio, a granulometria do fosfato bicálcico e o balanço cálcio:fósforo disponível sobre o desempenho, níveis séricos e parâmetros ósseos de codornas japonesas em postura.



### 3.3 Material e Métodos

O trabalho foi realizado no setor de avicultura no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, no período de janeiro a abril de 2013, totalizando 84 dias subdivididos em quatro períodos de 21 dias.

Foram utilizadas 480 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo (*Coturnix coturnix japonica*), com 150 dias de idade e no segundo ciclo de produção. Sendo estas alojadas em galpão experimental tipo alvenaria, com cobertura de telha de barro e gaiolas do tipo bateria com dimensões 0,9 x 0,33 x 0,15 m, com comedouro frontal tipo calha de chapa galvanizada e bebedouro automático tipo nipple. Cada gaiola tinha três divisórias contendo 0,3 X 0,33 x 0,15m.

O critério de seleção das aves para o experimento foi a produção de ovos, com o objetivo de uniformização das unidades experimentais. Uma vez que, cada unidade experimental (UE) correspondeu a uma divisão da gaiola contendo 8 aves. Os animais receberam água e ração à vontade, sendo que o arraçoamento era feito duas vezes ao dia.

As mensurações de temperatura e de umidade dentro do galpão foram registradas por meio de *data logger*, com registro de temperatura a cada hora do dia.

Foram avaliadas as seguintes variáveis de desempenho e de qualidade de ovos: taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovos/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e g de ração/dz de ovos), peso absoluto (g) e relativo (%) de gema, albúmen e casca, unidade de Haugh e densidade do ovo. Além destas,

também foram avaliadas as variáveis de parâmetros ósseos e níveis séricos de cálcio e de fósforo.

A produção de ovos foi avaliada por meio de coletas diárias, matutinas, com registro do número de ovos por boxe e da incidência de cascas finas, trincadas, deformadas ou ovos abortados. Ao final de cada período experimental, nos últimos três dias coletaram-se 5 ovos/boxe/dia, totalizando 15 ovos/UE. Estes foram pesados com o objetivo de mensurar o parâmetro de peso dos ovos.

Além da pesagem dos ovos, ao final de cada período, as sobras da dieta nos baldes também foram pesadas para cálculo de consumo de ração, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

No segundo e no terceiro períodos, durante a pesagem dos ovos, eram selecionados 8 ovos/repetição. Estes foram levados para o laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, sendo que 5 ovos foram destinados para a avaliação e determinação do peso e da massa de ovos, densidades específicas, altura do albúmen e Unidade Haugh.

A densidade específica dos ovos foi determinada por meio de soluções salinas, com densidades 1,01; 1,015; 1,02; 1,025; 1,03; 1,055; 1,04; 1,045; 1,05; 1,055; 1,06; 1,065; 1,070; 1,075 e 1,080g/cm<sup>3</sup> de água (H<sub>2</sub>O) e aferidas com densímetro. Logo após a aferição da densidade específica, o peso médio dos ovos, a massa de ovo, a conversão alimentar (g de ração/ g de ovo) foram encontrados por meio da quebra destes ovos e separação da gema, albúmen e casca. A gema foi pesada, as cascas lavadas e postas para secagem em estufa de ventilação forçada à 65° C por 24horas. Depois disso, elas foram

pesadas e o peso do albúmen foi estimado pela diferença entre o peso médio dos ovos, peso da casca seca e da gema. Sendo assim, com os três ovos restantes, foi feita a mensuração da altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé. Estes ovos foram quebrados em superfície plana com o objetivo de medir o albúmen espesso.

Para determinação da unidade de Haugh, utilizou-se equação descrita por Baptista (2002):

$$UH=100 \times \text{Log}(H-1,7 \times W^{0,37}+7,6)$$

onde H é a altura do albúmen espesso e W o peso do ovo inteiro.

Foram utilizados seis tratamentos, com três níveis de fósforo disponível (0,221%; 0,323%; 0,596%), com o uso de fosfato de granulometria fina (0,145mm) e grossa (0,310mm). O nível de cálcio foi mantido constante (3,0990%), fazendo com ocorresse relação decrescente (14:1; 9,6:1 e 5,2:1) cálcio: fósforo disponível.

As rações basais (Tabela 1) foram calculadas com o maior e o menor nível dos minerais estudados e por meio do método da diluição foram obtidos os níveis intermediários dos minerais. Isto é, para cada formulação, duas granulometrias de fosfato bicálcico foram utilizadas (fina e grossa). Com isso, as dietas foram formuladas com base em 3 relações de cálcio e fósforo disponível (Ca:Pd): 5,2:1; 9,6:1 e 14:1.

As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja e seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2011) para atender as exigências nutricionais das aves, uma vez que estas foram isonutritivas, exceto para os níveis de cálcio e fósforo, resultando assim nas rações basais utilizadas .

Além dos parâmetros de desempenho, foram realizadas análises dos parâmetros ósseos. Estas foram realizadas por meio das análises de cinzas, cálcio, fósforo e magnésio no tibiotarso e está de acordo com metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Para isto, três aves, de cada unidade experimental, foram abatidas no término de período experimental. O método utilizado para o abate seguiu o protocolo nº CEUA 024/2012 aprovado pelo CEUA-UFES em 5 de outubro de 2012. Os ossos foram desengordurados em extrator tipo “Soxhlet” e postos em estufa 55°C durante doze horas. Posteriormente foram triturados em moinho tipo bola.

Para análise sérica, o sangue foi coletado pelo método da punção cardíaca. O material coletado foi armazenado em ependorf de 5 mL e posteriormente centrifugado, por 10 minutos a uma velocidade de 3500 rpm, com o objetivo de separar o soro plasmático. Desta forma, após centrifugação, o soro foi coletado e novamente armazenado em novos ependorfs e resfriado, para posterior leitura dos níveis de cálcio e fósforo. As análises dos níveis séricos de cálcio e fósforo foram realizadas no laboratório de Bioquímica da Universidade Federal do Espírito Santo, por meio do aparelho MINDRAY BS120 Bioclin. Os *kits* de reagentes para os testes foram o FÓSFORO UV – K068 e o CÁLCIO ARSENAZO III – K051, produzidos pelo laboratório Bioclin.

Para a determinação do índice de Seedor (indicativo da densidade óssea, onde quanto maior seu valor, mais denso é o osso), os ossos que foram utilizados para a quantificação do cálcio, fósforo e magnésio foram medidos em seu maior comprimento, com o auxílio de paquímetro e tiveram seu peso obtido com o auxílio de balança semi-analítica digital. O valor obtido ao se dividir o

peso do osso por seu comprimento é denominado índice de Seedor (SEEDOR, 1995).

$$\text{Índice de Seedor} = \text{Peso (mg)} / \text{Comprimento (mm)}$$

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, dez repetições e oito aves por unidade experimental. O esquema fatorial de 3x2, sendo três níveis de fósforo disponível (5,2; 9,6 e 14) e duas granulometrias de fosfato bicálcio (fina e grossa). O nível de cálcio foi fixado em 3,099%, variando apenas os níveis de fósforo disponível (0,221; 0,323 e 0,596%).

A granulometria (Diâmetro geométrico médio - DGM) do fosfato bicálcio foi calculada utilizando-se o software Granulac, desenvolvido pela EMBRAPA Aves e Suínos.

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da Universidade Federal de Viçosa (1997), por meio de análise de variância, teste F e o teste de Student-Newman-Kells (SNK). O modelo estatístico utilizado foi:  $Y = \mu + \alpha_i \text{NP}_i + \beta_j \text{G}_j + \alpha_i \beta_j \text{NP}_i \times \text{G}_j + \epsilon_{ijk}$ , onde  $\mu$  - média geral;  $\text{NP}_i$  - nível de fósforo disponível  $i$  ( $i = 1, 2$  e  $3$ );  $\text{G}_j$  - granulometria  $j$  ( $j = 1$  e  $2$ );  $\text{NP}_i \times \text{G}_j$  - efeito da interação nível de fósforo x granulometria e  $\epsilon_{ijk}$  - erro associado a cada observação.

Tabela 1 – Composição das rações experimentais para codornas japonesas em fase de postura

Ingrediente	Ração Basal 1 (g/Kg de ração)	Ração Basal 2 (g/Kg de ração)
Milho	525,405	529,487
Farelo de Soja	348,735	212,381
Farelo de Trigo	0,000	80,000
Calcário	62,430	76,151
Farelo de Glúten de milho 60%	0,000	75,000
Fosfato Bicálcico	26,365	6,033
Óleo de Soja	24,317	5,817
Sal comum	4,597	4,605
L-Lisina HCL 99%	1,328	4,444
DL-Metionina 99%	3,478	2,951
L-Triptofano 98%	0,000	0,411
L-Treonina 98,5%	0,624	0,0000
Cloreto de Colina 70%	1,000	1,000
Suplemento Vitamínico Aves <sup>1</sup>	1,000	1,000
Suplemento Mineral Aves <sup>2</sup>	0,500	0,500
Butil hidroxi tolueno (BHT) <sup>3</sup>	0,100	0,100
Bacitracina de Zinco <sup>4</sup>	0,120	0,120
<b>TOTAL</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
<b>Composição</b>		
Energia Metabolizável (Mcal/Kg)	2,800	2,800
Proteína Bruta (%)	19,90	19,90
Fibra Bruta (%)	2,810	3,100
<b>Fósforo Disponível (%)</b>	<b>0,5960</b>	<b>0,2210</b>
<b>Cálcio (%)</b>	<b>3,0990</b>	<b>3,0990</b>
Sódio (%)	0,2000	0,2000
Lisina digestível (%)	1,1000	1,1000
Metionina+Cistina. digestível (%)	0,8880	0,8880
Treonina digestível	0,7500	0,7500
Triptofano digestível	0,2270	0,2270

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A – 8.000.000 UI; vitamina D3 – 2.000.000 UI; vitamina K3 – 1.800mg; vitamina B1 – 1.500mg; vitamina B12 – 12.000mcg; vitamina B2 – 5.000mg; vitamina B6 – 2.800mg; vitamina E – 15.000 UI; niacina – 35g, biotina – 25mg; ácido pantotênico – 12g; ácido fólico – 750mg; Butil-hidróxi-tolueno – 1.000mg.

<sup>2</sup> Suplemento mineral (por kg do produto): Cu – 20g; Fe – 96g; I – 1.400mg; Mn – 156g; Se – 360mg; Zn – 110g.

<sup>3</sup> Butil-hidróxi-tolueno. <sup>4</sup> Bacitracina de Zinco.

### 3.4 Resultados e Discussão

A temperatura máxima obtida, durante todo o período experimental (84 dias), foi de  $35,4^{\circ}\text{C} \pm 2,99^{\circ}\text{C}$  e a mínima de  $19,7^{\circ}\text{C} \pm 3,10^{\circ}\text{C}$ . A umidade relativa média foi de  $77,71\% \pm 9,74\%$ . Considerando-se que a faixa de conforto térmico se encontra entre 18 e  $21^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (Oliveira, 2004), pode-se inferir que as codornas foram expostas a condições de estresse por calor e umidade durante o período experimental. Entretanto, este fato não indica ter afetado a produtividade das aves, uma vez que o desempenho apresentou resultados dentro da faixa considerada normal para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*).

Ao analisar a taxa de postura de ovos comercializáveis (TPOC), constatou-se que tanto os níveis de fósforo, quanto as granulometrias utilizadas não influenciaram esta variável (Tabela 2). O mesmo foi observado por Costa et al. (2007), que testou cinco níveis de Pd (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) e dois de Ca (2,5 e 3,2%) para codornas japonesas durante a fase de postura. Pizzolante et al. (2007), também não verificou efeito significativo sobre a taxa de postura. Entretanto, Garcia et al. (2000), observaram em estudo com codornas japonesas em postura, avaliando níveis de P disponível (0,27%, 0,32%, 0,37% e 0,42%) e níveis de Ca (2,5%, 3,0%, 3,5% e 4,0%), efeito significativo sobre a taxa de postura. Sendo que foi o nível de 0,36% de fósforo disponível que proporcionou aumento na produção de ovos.

A granulometria do fosfato bicálcico influenciou significativamente ( $P < 0,016$ ) o consumo de ração/ave/dia (CRAD). As aves alimentadas com ração contendo fosfato de granulometria grossa apresentaram menor média em relação às que foram alimentadas com ração contendo fosfato de

granulometria fina, e isto pode estar associado ao tempo que a dieta permaneceu na moela. Quando a partícula ingerida pelo animal possui granulometria grossa, ocorre ação da moela com o objetivo de diminuir o tamanho da partícula e facilitar a ação enzimática (aumento da superfície específica). Com isso, o nutriente é liberado aos poucos para a corrente sanguínea, fazendo com que o centro da saciedade do animal permaneça ativado por um período maior de tempo. Haja visto que, a partícula pequena não precisa passar pela ação física da moela e o centro da saciedade é ativado em menor tempo contudo permanece ativo por menor também, fazendo com que o animal consuma maior quantidade de ração. Costa et al. (2010) também verificou efeito significativo em estudo com quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e dois de fósforo disponível (0,15 e 0,35%) para codornas japonesas em postura. Garcia et al., (2000), também observaram efeito significativo no consumo de ração estudando níveis de 0,27 a 0,42% de fósforo disponível (Pd) na dieta, sendo que o maior consumo ocorreu no nível de 0,36% de Pd. No entanto, Costa et al., (2007), observaram que, independente do nível de fósforo da ração, não houve efeito sobre o consumo de ração.

Os níveis de fósforo disponível e as granulometrias utilizadas não influenciaram ( $P>0,05$ ) o peso médio dos ovos (PMO) (tabela 2). Costa et al., (2011), também não observaram influência ( $P>0,05$ ) dos níveis de fósforo disponível sobre o peso médio dos ovos, porém o nível de 0,25% de Pd favoreceu o maior peso dos ovos quando comparados aos produzidos pelas aves dos demais tratamentos. Todavia, Garcia et al., (2000), em experimento com níveis de 0,27 a 0,42% de fósforo disponível e níveis de 2,5 a 4% de cálcio



observaram diminuição linear ( $P < 0,01$ ) no peso médio dos ovos com o aumento do nível de cálcio na ração.

Os níveis de fósforo disponível estudados influenciaram significativamente ( $P < 0,07$ ) a massa de ovos (MO). O efeito para massa de ovos pode ser explicado pela relação entre taxa de postura e tamanho do ovo, uma vez que qualquer que seja variação entre um desses parâmetros, pode fazer com que haja efeito significativo na massa de ovo. Assim, com aumento da idade das aves há aumento no tamanho dos ovos e redução na taxa de postura. Com base nisso, as aves utilizadas nestes experimentos estavam no segundo ciclo de produção, 150 dias de idade, indicando a tendência das poedeiras em manterem pico de massa de ovos por mais tempo, quando comparado com pico de taxa de postura. Costa et al. (2007), não observaram efeito significativo para massa de ovos. É importante ressaltar que embora o nível de significância encontrado tenha sido de 7%, esta foi considerada normal, pelo teste F, devido a importância da característica para ensaios com produção de ovos.

Tabela 2 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de fósforo disponível e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Fósforo Disponível	TPO (%)		Média	CR (g)		Média	PMO (g)		Média	MO (g)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>0,221</b>	88,42	88,97	88,69	25,09	24,40	24,74	11,89	12,08	11,98	10,51	10,75	10,63 <sup>A</sup>
<b>0,323</b>	91,97	89,12	90,55	25,76	24,42	25,09	12,30	12,06	12,18	11,30	10,75	11,02 <sup>A</sup>
<b>0,596</b>	89,91	91,11	90,50	24,89	24,65	24,77	12,20	12,08	12,14	10,96	11,01	10,98 <sup>B</sup>
<b>Média</b>	90,11	89,73	-	25,25 <sup>a</sup>	24,50 <sup>b</sup>	-	12,13	12,07	-	10,93	10,83	-
<b>P disp.</b>	ns		ns		Ns		P<0,07					
<b>Granulometria</b>	ns		P<0,016		Ns		ns					
<b>P disp. X Granulometria</b>	ns		ns		Ns		ns					
<b>C.V.</b>	4,847		3,533		2,607		5,368					

Nível de cálcio= 3,099% ;

C.V. Coeficiente de Variação;

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; TPO - Taxa de postura de ovos comercializáveis; CR – Consumo de ração/ave/dia; PMO – Peso Médio dos ovos; MO - Massa de ovos;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 1,40%; Trat<sub>2</sub> = 1,26%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 2,50%; Trat<sub>6</sub> = 1,61%

Tabela 3 – Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de fósforo disponível e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Fósforo Disponível	CA (g/g)		Média	CA(Kg/dz)		Média	PC (g)		Média	PRC (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>0,221</b>	2,38	2,27	2,33 <sup>A</sup>	0,3410	0,3293	0,3351	0,94	0,96	0,95 <sup>B</sup>	7,94	7,94	7,94
<b>0,323</b>	2,28	2,28	2,27 <sup>AB</sup>	0,3366	0,3295	0,3330	0,96	0,95	0,96 <sup>B</sup>	7,84	7,92	7,88
<b>0,596</b>	2,27	2,24	2,25 <sup>B</sup>	0,3327	0,3248	0,3287	0,97	0,99	0,98 <sup>A</sup>	7,97	8,22	8,10
<b>Média</b>	2,31 <sup>b</sup>	2,26 <sup>a</sup>	-	0,3367 <sup>b</sup>	0,3279 <sup>a</sup>	-	0,96	0,97	-	7,92	8,03	-
<b>P disp.</b>	P<0,063		ns			P<0,06		ns				
<b>Granulometria</b>	P<0,05		P<0,02			Ns		ns				
<b>P disp. x Granulometria</b>	ns		ns			Ns		ns				
<b>C.V.</b>	4,366		4,422			4,395		3,985				

Nível de cálcio= 3,099%;

C.V. Coeficiente de Variação;

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; CA – Conversão alimentar grama por grama; CA – Conversão alimentar quilo por dúzia; PC– Peso absoluto da casca; PRC – Peso relativo da casca;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 1,40%; Trat<sub>2</sub> = 1,26%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 2,50%; Trat<sub>6</sub> = 1,61%

Tanto os níveis de fósforo disponível ( $P < 0,063$ ) quanto a granulometria ( $P < 0,05$ ) exerceram efeito significativo sobre a conversão alimentar grama por grama (CA), onde as aves alimentadas com ração contendo 0,596% de fósforo disponível apresentaram a melhor conversão alimentar (2,25) (Tabela 3). Desta forma, este resultado pode estar associado ao fato de que em tratamentos com maiores níveis de fósforo disponível as codornas atingem sua necessidade mais rapidamente, uma vez que em maior concentração se tem maior disponibilidade do fósforo. Com relação a granulometria, a grossa proporcionou melhor resultado, tanto para conversão alimentar grama por grama quanto para quilo por dúzia e isto pode ser explicado pelo fato de que, quando em partículas maiores, o fosfato sofre ação física da moela e com isso o fósforo é liberado de forma gradativa no organismo do animal, fazendo com que a homeostase seja mantida por um período maior de tempo. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Garcia et al. (2000), que encontraram efeito significativo sobre a conversão alimentar (g/g) utilizando o nível de 0,36% de Pd. Todavia, Costa et al. (2011) e (2007), não encontraram efeito significativo dos níveis de fósforo disponível sobre a conversão alimentar grama por grama. Por sua vez, Garcia et al. (2000) observaram melhoria linear na conversão alimentar (kg/dz) com o aumento dos níveis de Pd da dieta. Entretanto, Silva (2011) em experimento utilizando quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 %), três níveis de fósforo disponível (0,25; 0,35 e 0,45 %) não verificou efeito significativo sobre esta variável.

Os níveis de fósforo disponível testados resultaram em efeito significativo ( $P < 0,06$ ) sobre o peso absoluto da casca (PC). Pelo teste F, os dois primeiros níveis de Pd não diferem entre si, sendo que o maior nível

testado (0,596% Pd) obteve o melhor resultado (0,98), é possível que este nível não tenha resultado em excesso, fazendo com que não houvesse a formação de fosfatos inorgânicos na luz intestinal. Desta forma, o cálcio não se tornou indisponível, não afetando o peso da casca do ovo. Garcia (2010) constatou que os níveis de fósforo disponível não alteraram o peso da casca, mesmo nos tratamentos com adição de fitase. No entanto, Silva (2011) e Costa et al. (2007) não encontraram efeitos significativos isolados dos níveis de fósforo disponível sobre o peso absoluto da casca. Para o peso relativo de casca (PRC) não foram observados efeitos significativos tanto para os níveis de fósforo disponível quanto para as granulometrias. Costa et al. (2007) que em experimento com cinco níveis de Pd (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) e dois de Ca (2,5 e 3,2%), também encontraram efeito não significativo para PRC.

Os parâmetros de peso absoluto (PG) e relativo de gema (PRG), peso absoluto (PA) e relativo de albúmen (PRA), não foram influenciados pelos níveis de fósforo estudados (Tabela 4). Por outro lado, o PRG, apresentou maior valor, quando do uso de fosfato com granulometria fina foi comparado com a grossa, contudo as demais variáveis citadas (PA e PRA) não foram influenciadas pela granulometria utilizada.

Tabela 4 – Qualidade interna do ovo de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de fósforo disponível e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico.

Nível de Fósforo Disponível	PG (g)		Média	PRG (%)		Média	PA (g)		Média	PRA (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>0,221</b>	3,90	3,88	3,89	32,78	32,12	32,45	7,03	7,16	7,09	59,09	59,26	59,18
<b>0,323</b>	4,04	3,86	3,95	32,95	32,04	32,49	7,33	7,21	7,27	59,69	59,78	59,74
<b>0,596</b>	3,92	3,81	3,86	32,20	31,52	31,86	7,27	7,02	7,15	59,63	58,14	58,89
<b>Média</b>	3,96 <sup>b</sup>	3,85 <sup>a</sup>	-	32,64 <sup>a</sup>	31,9 <sup>b</sup>	-	7,21	7,13	-	59,47	59,06	-
<b>P disp.</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>Granulometria</b>	P<0,003		P<0,008		ns		ns		ns		ns	
<b>P disp. x Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>C.V.</b>	3,431		3,226		4,041		3,065					

Nível de cálcio= 3,099%

C.V. Coeficiente de Variação;

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha.; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; PG – Peso absoluto de gema; PRG – Peso relativo de gema; PA – Peso relativo de albúmen; PRA – Peso relativo de albúmen;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 1,40%; Trat<sub>2</sub> = 1,26%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 2,50%; Trat<sub>6</sub> = 1,61%

Tanto o peso absoluto (PG) quanto o relativo (PRG) da gema apresentaram efeito significativo para granulometria. A granulometria fina pode ter resultado nas melhores médias, pois o fósforo está mais prontamente disponível para a absorção pelo animal. A maior porcentagem deste mineral, segundo Cavalheiro et al. (1983), é incorporada à gema sob a forma de fosfolipídios e fosfoproteínas. Uma pequena parte é depositada na casca para formar o fosfato de cálcio e uma fração menor ainda é utilizada na formação da clara. Contudo, Costa et al., (2011) não observaram efeito significativo dos níveis estudados; porém, os níveis de 0,15 e 0,35% de Pd na dieta foram, respectivamente, responsáveis pelo aumento na porcentagem do albúmen e da gema. Estes resultados concordam com os encontrados por Costa et al., (2007).

Os níveis de fósforo disponível não influenciaram a unidade Haugh (UH) e a densidade específica dos ovos (DENS). Contudo para a DENS, a granulometria fina apresentou melhor resultado em relação a grossa (Tabela 5).

Tabela 5 – Qualidade interna do ovo de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de fósforo disponível e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Fósforo Disponível	UH		Média	DENS (g/cm <sup>3</sup> )		Média
	GF	GG		GF	GG	
<b>0,221</b>	20,34	19,82	20,08	1,05	1,05	1,05
<b>0,323</b>	20,42	19,94	20,18	1,05	1,05	1,05
<b>0,596</b>	19,98	19,78	19,88	1,05	1,05	1,05
<b>Média</b>	20,25 <sup>a</sup>	19,85 <sup>b</sup>	-	1,05	1,05	-
<b>Pdisp</b>	ns		ns			
<b>Granulometria</b>	P<0,03		ns			
<b>Pdisp x Granulometria</b>	ns		ns			
<b>C.V.</b>	3,409		0,340			

Nível de Cálcio= 3,099%

C.V. Coeficiente de Variação

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; UH – Unidade Haugh; DENS – Densidade específica do ovo;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 1,40%; Trat<sub>2</sub> = 1,26%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 2,50%; Trat<sub>6</sub> = 1,61%

A unidade Haugh é uma medida da qualidade de albúmen e é considerada o melhor parâmetro de avaliação de qualidade de ovos (YANNAKOPOULOS e TSERVENI- GOUSI, 1986). Desta forma, a redução da qualidade interna se reflete, principalmente, nos índices de gema e de albúmen e na unidade Haugh. Este fato foi observado neste experimento demonstrando que a variação do tamanho de partícula pode interferir neste parâmetro. Desta forma, como pode ser observada na tabela 6, a granulometria fina proporcionou melhor resultado (20,25) para Unidade Haugh quando comparada com a média da granulometria grossa (19,85). Isto pode ter ocorrido, pois partículas menores



de alimento facilitam a digestão e melhoram a absorção. E até certo limite fisiológico o animal é capaz de absorver este nutriente com maior rapidez e mais facilmente. Resultados encontrados por Oliveira et al. (2008), discordam dos encontrados no presente trabalho.

Na tabela 5, podem ser observados os resultados encontrados para densidade específica dos ovos (DENS). Os níveis de fósforo disponível e as granulometrias utilizados não causaram efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre a densidade específica. Ceylan et al. (2003), também não observaram resultado significativo para esta variável entre tratamentos em experimento com poedeiras comerciais. Entretanto, Garcia (2010), observa efeito significativo com comportamento linear para a interação do fósforo com a fitase.

O índice de Seedor, fósforo e cálcio sérico e teor de cinzas nos ossos não foram afetados de forma significativa pelos diferentes níveis de fósforo e pelas diferentes granulometrias (Tabela 6).

Tabela 6 – Parâmetros ósseos e níveis séricos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de fósforo disponível e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Fósforo Disponível	SEEDOR		Média	SER P (mg/dL)		Média	SER Ca (mg/dL)		Média	CINZAS (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>0,221</b>	13,95	13,90	13,92	7,40	8,80	8,10	23,91	24,25	24,08	53,74	53,48	53,61
<b>0,323</b>	14,19	14,32	14,26	8,64	9,05	8,84	23,02	23,82	23,42	54,32	55,06	54,69
<b>0,596</b>	14,10	14,57	14,34	9,52	8,99	9,26	24,11	22,35	23,23	55,09	53,48	54,28
<b>Média</b>	14,08	14,26	-	8,52	8,95	-	23,68	23,47	-	54,38	54,01	-
<b>P disp.</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>P disp. x Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>C.V.</b>	8,387		33,326		11,708		7,213					

Nível de cálcio= 3,099%

C.V. Coeficiente de Variação

n.s.- Não significativo ( $P>0,05$ )

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna; GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; SEEDOR – Índice de Seedor; SER P – Nível de fósforo sérico; SER Ca – Nível de cálcio sérico; CINZAS – Matéria mineral;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 1,40%; Trat<sub>2</sub> = 1,26%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 2,50%; Trat<sub>6</sub> = 1,61%

Não houve efeito significativo para os parâmetros avaliados. E, isto pode indicar que a concentração de fósforo no sangue não chegou a níveis muito baixos, a ponto de ocorrer mobilização de fósforo ósseo. Estes dados estão de acordo com Almeida Paz et al. (2009) que trabalharam com dois níveis de cálcio (3,8 e 1,8%) e verificaram que, para o Índice Seedor, principalmente de fêmeas, não se apresentou correlações entre as demais características de produção. Resultados encontrados por Machado (2010) discordam dos dados

apresentados neste trabalho. Uma vez que, este autor trabalhou com níveis de fósforo disponível na ração para poedeiras (0,15; 0,25; 0,35 e 0,45% de Pd) e observou efeito quadrático para esta característica.

Embora não tenha ocorrido efeito significativo para níveis séricos de fósforo e de cálcio, observa-se que os níveis séricos de fósforo aumentaram à medida que houve aumento do nível na dieta, ao mesmo tempo em que houve redução do nível sérico de cálcio. Isto pode ser explicado baseado no fato do fósforo se beneficiar dos mecanismos de absorção que o cálcio utiliza. Sendo assim, no maior nível de fósforo disponível da dieta, houve competição pelos sítios de absorção e como o fósforo se comporta de maneira oportunista, ocorreu maior absorção de fósforo via proteínas transportadoras (calmodulina). Além disso, pode ter ocorrido formação de fosfatos insolúveis, que indisponibilizou o cálcio na luz intestinal e desta forma, os níveis séricos de cálcio foram diminuídos, e para manter a homeostase o animal mobilizou cálcio ósseo (BERTECHINI, 2006).

Para cinzas, os resultados observados não diferem dos resultados obtidos por Machado (2010) e Vargas Jr et al. (2003) ao trabalharem com níveis crescentes de fósforo na ração. Araujo et al., (2010), que utilizando três níveis de fósforo disponível (0,28; 0,38 e 0,48%) e duas granulometrias (fina e grossa) em poedeiras comerciais, não encontraram valores significativos para os teores de cinza no osso.

Quando analisados os teores de cálcio e de fósforo ósseos, é possível verificar que nenhum dos dois parâmetros tiveram efeitos significativos. Nem a granulometria do fosfato bicálcico nem os níveis de fósforo disponível ou a interação entre estes, exerceram efeito significativo sobre os parâmetros em

questão. Isto pode ter ocorrido devido provavelmente à manutenção da relação cálcio e fósforo sanguíneos e cálcio e fósforo ósseos (Tabela 7).

Tabela 7 – Efeito sobre os parâmetros ósseos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de fósforo disponível e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Fósforo Disponível	Ca (%)		Média	P (%)		Média	Mg (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>0,221</b>	19,80	19,46	19,63	9,49	9,42	9,45	0,26	0,26	0,2658 <sup>b</sup>
<b>0,323</b>	20,71	20,10	20,41	9,55	9,60	9,58	0,29	0,28	0,2889 <sup>a</sup>
<b>0,596</b>	19,54	18,42	18,98	9,71	9,49	9,60	0,28	0,28	0,2882 <sup>a</sup>
<b>Média</b>	20,02	19,33	-	9,58	9,50	-	0,28	0,28	-
<b>P disp.</b>	ns			ns			P<0,005		
<b>Granulometria</b>	ns			ns			ns		
<b>P disp. x Granulometria</b>	ns			ns			ns		
<b>C.V.</b>	11,117			4,394			8,773		

Nível de cálcio= 3,099%

C.V. Coeficiente de Variação

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha. Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; Ca – Nível de cálcio no tibiotarso; P – Nível de fósforo no tibiotarso; Mg – Nível de Magnésio no tibiotarso.

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 1,40%; Trat<sub>2</sub> = 1,26%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 2,50%; Trat<sub>6</sub> = 1,61%

Garcia et al., (2000), em trabalhos semelhantes, utilizaram quatro níveis de fósforo disponível (0,27 a 0,42%) combinados a quatro níveis de cálcio (2,5 a 4%) em dietas para codornas, observaram que a porcentagem de Ca nos ossos não foi influenciada (P>0,05) pelos níveis de fósforo na ração.

Contudo, o teor de magnésio ósseo apresentou efeito significativo (P<0,005) para os níveis de fósforo disponível. O menor nível de fósforo

disponível resultou na menor média e os outros dois níveis não diferiram estatisticamente segundo o teste F. Estes resultados são semelhantes aos observados por Costa et al. (2011), que verificaram efeito linear para esta característica, trabalhando com níveis crescentes de fósforo disponível para codornas japonesas em postura. Contudo, Junqueira et al. (2012) trabalhando com 3 níveis de fósforo total (0,5%; 0,6% e 0,7%) e duas granulometrias de fosfato bicálcico (fina e granulada) para pintos, não encontraram efeito significativo para o teor de magnésio ósseo.

### **3.5 Conclusões**

Conclui-se que dietas contendo 0,323% de fósforo disponível e 3,099% de cálcio são suficientes para proporcionar melhores desempenho produtivo, manutenção das características internas dos ovos, desenvolvimento do tecido ósseo e níveis séricos normais de codornas japonesas em postura, quando estas aves são alimentadas com ração contendo fosfato bicálcico de granulometria grossa.

### 3.6 Referências

ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; BALOG, A. et al. Níveis de cálcio e avaliação óssea e de ovos de avestruzes reprodutoras. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, 2010.

ALMEIDA PAZ, I.C.L.; Mendes, A.A.; BALOG, A. et al. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, 2009.

ARAÚJO, L.F.; OTTO, M.J.; ARAÚJO, C.S.S. et al. Níveis de fósforo disponível e tamanho de partícula do fosfato bicálcico na dieta de poedeiras comerciais de 24 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.6, p.1223-1227, 2010.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Editora UFLA. 301p. : il. 2006.

BERTECHINI, A.G. **Absorção e metabolismo de minerais em aves**. In: curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves. Anais. Jaboticabal, 2004.

CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S.E.; STILBOM, H.L. High available phosphorus corn and phytase in layer diets. **Poultry Science**, Champaing, v.82, p. 789-795, 2003.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O. et al. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, 2007.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T. et al. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.8, 2010.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C. et al. Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas de 45 a 57 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2152-2160, 2011.

FUGIKURA, W.S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.1.

GARCIA, J.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N. 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.

GARCIA, P.D.S.R. **Qualidade dos ovos e desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo e**

**suplementadas com fitase.** Dissertação – Mestrado, Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 68f. : il, 2010.

JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B. et al. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum**, v.27, n.1, p.35-41, 2005.

JUNQUEIRA, O.M.; LEMOS, M.G.; MUCKE, D. Uso de Fosfato Bicálcico Granulado Sobre o Desempenho e Mineralização Óssea de Frangos de Corte. **Engormix**. Artigo Técnico. 2012.

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

MACHADO, A.L.C. **Níveis de fósforo disponível na dieta de poedeiras.** Dissertação – Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais. 44 p.: il, 2010.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.

OLIVEIRA, M.C.; GONÇALVES, B.N.; MACHADO, M.G. et al. Qualidade de ovos de codornas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeos e níveis reduzidos de cálcio. **Acta Scientiarum**. v. 30, n. 3, p. 277-281, 2008.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Efeito do horário de fornecimento de rações contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. **Revista Ciencia Animal Brasileira**, v.8, p.677-683, 2007.

SILVA, A.P. **Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre desempenho produtivo e qualidade dos ovos.** Dissertação – Mestrado, Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 47f. 2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos/Métodos Químicos e Biológicos**. 3.ed. 235p. : il. – Viçosa : UFV, 2002.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 21, 2011. Maceió,AL. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas. 2011.

SILVA. J.H.V.; ARAUJO, J.A.; GOULART, C.C. et al. Influência da interação fósforo disponível x fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.12, p.2157-2165, 2008.



SILVA, J.H.V.; COSTA. F.G.P.; SILVA, E.L. et al. In : SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3.; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA - EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CODORNAS, 2., 2007, Lavras. **Anais...** UFLA, 2007. p.44-64.

VARGAS JUNIOR, J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. 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. 2003.

YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSHI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. **British Poultry Science**, Londres, v. 27, n. 2, p. 171-176, 1986.

## **CAPÍTULO 2**

Níveis de cálcio em dietas para codornas japonesas utilizando fosfato bicálcico de duas granulometrias

## 4. CAPÍTULO 2: Níveis de cálcio em dietas para codornas japonesas utilizando fosfato bicálcico de duas granulometrias

### 4.1 Resumo

O objetivo do presente experimento foi o de verificar o efeito de diferentes níveis de cálcio e granulometria do fosfato bicálcico sobre o desempenho, a qualidade dos ovos, níveis séricos e o perfil do tecido ósseo de codornas japonesas durante a fase de postura. Foram utilizadas 480 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo com 150 dias de idade e no segundo ciclo de produção, distribuídas em 60 unidades experimentais contendo oito aves cada. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 com dez repetições por tratamento, composto por três níveis de cálcio (1,670; 3,099 e 4,520%), duas granulometrias de fosfato bicálcico (Fina - 0,145mm e Grossa – 0,310mm), sendo que o fósforo foi fixado em 0,323%. As dietas experimentais foram isoprotéicas (19,9% PB), isocalóricas (2800 kcal EM/kg). Os níveis de cálcio e as granulometrias utilizadas influenciaram de forma significativa ( $P < 0,05$ ) características como consumo de ração/ave/dia, peso médio do ovo, massa de ovos, peso absoluto da casca, do albúmen e da gema, peso relativo da casca. Pelos resultados obtidos concluiu-se que dietas contendo 3,099% de cálcio e 0,323% de fósforo disponível com fosfatos de granulometria fina, são suficientes para proporcionar melhores: desempenho produtivo, manutenção das características internas dos ovos, desenvolvimento do tecido ósseo e níveis séricos normais de codornas japonesas em postura.

**Palavras-chave:** *Coturnix coturnix japonica*; Minerais; Qualidade do ovo,

**Levels of calcium in diets for Japanese quails using dicalcium phosphate at two particle sizes**

**Abstract:** The objective of this study was to verify the effect of different levels of calcium and particle size of dicalcium phosphate on the performance, egg

quality, serum levels and profile of bone tissue of Japanese quails during the laying phase. Four hundred Japanese quails producing eggs for consumption at 150 days of age and in the second production cycle were used, distributed in 60 experimental units, containing eight birds each. A complete random design was used in a 3 x 2 factorial design with ten replicates per treatment, consisting of three levels of calcium (1.670; 3.099 and 4.520%), two particle sizes of dicalcium phosphate (Fine – 0.145 mm and Thick – 0.310 mm) and phosphorus was set at 0.323%. The experimental diets were isoprotein (19.9 CP), isocaloric (2800 Kcal ME/kg). The contents of calcium and particle sizes used in the experiment influenced significantly ( $P < 0.05$ ) traits such as consumption of feed/bird/day, average egg weight, egg mass, absolute shell weight, absolute albumen and yolk weight, relative shell weight. It was concluded, from the results achieved in this experiment, that diets containing 3.099% of calcium and 0.323% of available phosphorus of fine particle size phosphates are sufficient to provide better productive performance, maintenance of inner traits of the eggs, development of bone tissue and normal serum levels of laying Japanese quails.

**Key-words:** *Coturnix coturnix japonica*; Minerals; egg quality

## 4.2 Introdução

As principais características que têm contribuído para o aumento da criação de codornas no país são o rápido crescimento, a precocidade na produção (35 a 42 dias), a alta produtividade (média de 300 ovos/ano), o pequeno espaço ocupado, a longevidade em alta produção (14 a 18 meses), o baixo investimento e, conseqüentemente, o rápido retorno financeiro (ALBINO e BARRETO, 2003).

Dentre os minerais, normalmente suplementados em dietas de poedeiras, cálcio e o fósforo, estão altamente relacionados com a produção e qualidade dos ovos (COSTA et al., 2010). Desta forma, estes devem estar disponíveis em quantidades e proporções adequadas para atender as necessidades nutricionais dos animais, considerando os vários fatores que interferem no metabolismo destes, idade, raça, categoria, sistema de produção adotado, ambiente local, entre outros fatores (GOMES et al., 2004).

Os alimentos mais utilizados na alimentação das aves são o milho e o farelo de soja, os quais possuem baixos teores de cálcio, tornando a sua suplementação sempre necessária. Comumente utiliza-se calcário calcítico, por ser uma fonte rica em cálcio e abundante na natureza (SILVA et al., 2011).

As aves requerem cálcio para um adequado crescimento, utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativação de sistemas enzimáticos e envolvimento com a secreção de diferentes hormônios (SÁ et al., 2004).

Contudo, de acordo com Furtado (1991) a deficiência de cálcio limita o aproveitamento do fósforo absorvido e o excesso tende a reagir com o fósforo, formando compostos insolúveis na luz intestinal, ou seja, o desequilíbrio entre estes minerais afeta a relação e interfere no processo de absorção de ambos os componentes. Quando em excesso, o cálcio também pode afetar a absorção de outros minerais, como o fósforo, o magnésio, o zinco e o manganês. Além disso, pode alterar a utilização do fósforo, devido a alteração da relação cálcio:fósforo disponível. Desta mesma forma, altos níveis de fósforo também podem acarretar deficiência de cálcio, o que requer maior atenção, pois o fósforo participa de funções metabólicas essenciais no metabolismo do cálcio (SILVA et al., 2011).

Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi determinar os níveis de cálcio na dieta de codornas japonesas em postura, sua relação com fosfato bicálcico de duas granulometrias (fina e grossa), sobre parâmetros produtivos, séricos e de qualidade de ovos.

#### **4.3 Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no setor de avicultura no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, no período de janeiro a de abril de 2013, totalizando 84 dias subdivididos em quatro períodos de 21 dias.

Foram avaliadas 480 codornas japonesas produtoras de ovos de consumo (*Coturnix coturnix japonica*) com 150 dias de idade e no segundo ciclo de produção. Sendo estas alojadas em galpão experimental tipo alvenaria,

com cobertura de telha de barro e gaiolas do tipo bateria com dimensões 0,9 x 0,33 x 0,15 m, com comedouro frontal tipo calha de chapa galvanizada e bebedouro automático tipo nipple. Cada gaiola tinha três divisórias contendo 0,3 X 0,33 x 0,15m.

O critério de seleção das aves para o experimento foi a produção de ovos, com o objetivo de uniformização das unidades experimentais. Uma vez que, cada unidade experimental (UE) correspondeu a uma divisão da gaiola contendo 8 aves. Os animais receberam água e ração à vontade, sendo que o arraçoamento era feito diariamente, duas vezes ao dia.

As mensurações de temperatura e umidade dentro do galpão foram registradas por meio de *data logger*, com registro de temperatura a cada hora do dia.

Foram avaliadas as seguintes variáveis de desempenho e de qualidade de ovos: taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovos/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo e g de ração/dz de ovos), peso absoluto (g) e relativo (%) de gema, albúmen e casca, unidade de Haugh e densidade do ovo. Além destas, também foram avaliadas as variáveis de parâmetros ósseos (Índice de Seedor e quantidade de cálcio, fósforo e magnésio) e níveis séricos de cálcio e fósforo.

A produção de ovos foi avaliada por meio de coletas diárias, matutinas, com registro do número de ovos por boxe e da incidência de cascas finas, trincadas, deformadas ou ovos abortados. Ao final de cada período experimental, nos últimos três dias, coletou-se 5 ovos/boxe/dia, totalizando 15 ovos/UE. Estes foram pesados com o objetivo de mensurar o parâmetro de peso dos ovos.

Além da pesagem dos ovos, ao final de cada período, as sobras da dieta nos baldes também foram pesadas para cálculo de consumo de ração, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

No segundo e no terceiro períodos, durante a pesagem dos ovos, eram selecionados 8 ovos/repetição. Estes foram levados para o laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, sendo que 5 ovos foram destinados para a avaliação e determinação do peso e da massa de ovos, densidades específicas, altura do albúmen e Unidade Haugh.

A densidade específica dos ovos foi determinada por meio de soluções salinas, com densidades 1,01; 1,015; 1,02; 1,025; 1,03; 1,055; 1,04; 1,045; 1,05; 1,055; 1,06; 1,065; 1,070; 1,075 e 1,080g/cm<sup>3</sup> de água (H<sub>2</sub>O) e aferidas com densímetro. Logo após a aferição da densidade específica, o peso médio dos ovos, da massa de ovo, da conversão alimentar (g de ração/ g de ovo) foram encontrados por meio da quebra destes ovos e separação da gema, albúmen e casca. A gema foi pesada, as cascas lavadas e postas para secagem em estufa de ventilação forçada à 65° C por 24horas. Depois disso, elas foram pesadas e o peso do albúmen foi estimado pela diferença entre o peso médio dos ovos, peso da casca seca e da gema. Sendo assim, com os três ovos restantes foi feita a mensuração da altura do albúmen espesso por meio de paquímetro digital em suporte de tripé. Estes ovos foram quebrados em superfície plana com o objetivo de medir o albúmen espesso.

Para determinação da unidade de Haugh, utilizou-se equação descrita por Baptista (2002):

$$UH=100 \times \text{Log}(H-1,7 \times W^{0,37}+7,6)$$



onde H é a altura do albúmen espesso e W o peso do ovo inteiro.

Foram utilizados seis tratamentos três níveis de cálcio (1,67%, 3,099% e 4,52%) com o uso de fosfato de granulometria fina (DGM=0,145mm) e grossa (DGM=0,310mm). O nível de fósforo disponível foi mantido constante (0,323%),

Foram calculadas duas dietas basais, com o maior e o menor nível dos minerais estudados e por meio do método da diluição foram obtidos os níveis intermediários dos minerais (Tabela 9). Isto é, para cada formulação, duas granulometrias de fosfato bicálcico foram utilizadas (fina e grossa).

As dietas foram formuladas a base de milho e de farelo de soja e seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2011) para atender as exigências nutricionais das aves, uma vez que estas foram isonutritivas, exceto para os níveis de cálcio e fósforo, resultando assim nas rações basais utilizadas .

Além dos parâmetros de desempenho, foram realizadas análises dos parâmetros ósseos. Estas foram realizadas por meio das análises de cinzas, cálcio, fósforo e magnésio no tibiotarso e está de acordo com metodologia decrita por Silva e Queiroz (2002). Para isto, três aves, de cada unidade experimental, foram abatidas no término de período experimental. O método utilizado para o abate seguiu o protocolo nº CEUA 024/2012 aprovado pelo CEUA-UFES em 5 de outubro de 2012. Os ossos foram desengordurados em extrator tipo "Soxhlet" e postos em estufa 55°C durante de doze horas, posteriormente triturados em moinho tipo bola.

Para análise sérica, o sangue foi coletado pelo método da punção cardíaca. O material coletado foi armazenado em ependorf de 5 mL e posteriormente centrifugado, por 10 minutos a uma velocidade de 3500 rpm,

com o objetivo de separar o soro plasmático. Desta forma, após centrifugação, o soro foi coletado e novamente armazenado em novos ependorfs e resfriado, para posterior análise. As análises dos níveis séricos de cálcio e fósforo foram realizadas no laboratório de Bioquímica da Universidade Federal do Espírito Santo, por meio do aparelho MINDRAY BS120 Bioclin. Os *kits* de reagentes para os testes foram o FÓSFORO UV – K068 e o CÁLCIO ARSENAZO III – K051, produzidos pelo laboratório Bioclin.

Para a determinação do índice de Seedor (indicativo da densidade óssea, onde quanto maior seu valor, mais denso é o osso), os ossos que foram utilizados para a quantificação do cálcio, fósforo e magnésio foram medidos em seu maior comprimento, com o auxílio de paquímetro e tiveram seu peso obtido com o auxílio de balança semi-analítica digital. O valor obtido ao se dividir o peso do osso por seu comprimento é denominado índice de Seedor (SEEDOR, 1995).

$$\text{Índice de Seedor} = \text{Peso (mg)} / \text{Comprimento (mm)}$$

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, dez repetições e oito aves por unidade experimental. O esquema fatorial de 3x2, sendo três níveis de cálcio e duas granulometrias de fosfato bicálcio (fina e grossa). O nível de fósforo foi fixado em 0,323%, variando apenas os níveis de cálcio (1,67%; 3,099% e 4,52%).

A granulometria (Diâmetro geométrico médio - DGM) do fosfato bicálcico foi calculada utilizando-se o software Granulac, desenvolvido pela EMBRAPA Aves e Suínos.

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genética) da

Universidade Federal de Viçosa (1997), por meio de análise de variância, teste F e o teste de Student-Newman-Kells (SNK). O modelo estatístico utilizado foi:  $Y = \mu + \alpha_i + G_j + \alpha_{ij} + \epsilon_{ijk}$ , onde  $\mu$  - média geral;  $\alpha_i$  - nível de cálcio  $i$  ( $i = 1, 2$  e  $3$ );  $G_j$  - granulometria  $j$  ( $j = 1$  e  $2$ );  $\alpha_{ij}$  - efeito da interação nível de fósforo x granulometria e  $\epsilon_{ijk}$  - erro associado a cada observação.

Tabela 9 – Composição das rações experimentais para codornas japonesas em fase de postura

Ingrediente	RB1 (g/Kg de ração)	RB2 (g/Kg de ração)
Milho	573,002	446,549
Farelo de Soja	325,658	226,645
Farelo de Trigo	40,465	80,000
Calcário	34,720	110,224
Farelo de Glúten 60%	0,0000	75,000
Fosfato Bicálcico	11,007	11,646
Óleo de Soja	2,000	35,000
Sal comum	4,565	4,639
L-Lisina HCL 99%	1,728	4,177
DL-Metionina 99%	3,426	3,032
L-Triptofano 98%	0,0000	0,369
L-Treonina 98,5%	0,711	0,0000
Cloreto de Colina 70%	1,000	1,000
Suplemento Vitamínico Aves <sup>1</sup>	1,000	1,000
Suplemento Mineral Aves <sup>2</sup>	0,500	0,500
Butil hidroxi tolueno (BHT) <sup>3</sup>	0,100	0,100
Bacitracina de Zinco <sup>4</sup>	0,120	0,120
<b>TOTAL</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>
<b>Composição</b>		
EM (Mcal/Kg)	2,800	2,800
Proteína Bruta (%)	19,900	19,900
Fibra Bruta	2,810	3,100
<b>Fósforo Disponível (%)</b>	<b>0,3230</b>	<b>0,3230</b>
<b>Cálcio (%)</b>	<b>1,6796</b>	<b>4,5220</b>
Sódio (%)	0,2000	0,2000
Lisina dig. (%)	1,1000	1,1000
Met+Cist. dig. (%)	0,8880	0,8880
Treonina dig.	0,7500	0,7500
Triptofano dig.	0,2270	0,2270

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico (por kg do produto): vitamina A – 8.000.000 UI; vitamina D3 – 2.000.000 UI; vitamina K3 – 1.800mg; vitamina B1 – 1.500mg; vitamina B12 – 12.000mcg; vitamina B2 – 5.000mg; vitamina B6 – 2.800mg; vitamina E – 15.000 UI; niacina – 35g, biotina – 25mg; ácido pantotênico – 12g; ácido fólico – 750mg; Butil-hidróxi-tolueno – 1.000mg.

<sup>2</sup> Suplemento mineral (por kg do produto): Cu – 20g; Fe – 96g; I–1.400mg; Mn – 156g; Se –360mg; Zn – 110g.

<sup>3</sup> Butil-hidróxi-tolueno. <sup>4</sup> Bacitracina de Zinco.

#### 4.4 Resultados e Discussão

A temperatura máxima obtida, durante todo o período experimental (84 dias), foi de  $35,4^{\circ}\text{C} \pm 2,99^{\circ}\text{C}$  e a mínima de  $19,7^{\circ}\text{C} \pm 3,10^{\circ}\text{C}$ . A umidade relativa média foi de  $77,71\% \pm 9,74\%$ . Considerando-se que a faixa de conforto térmico se encontra entre 18 e  $21^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (Oliveira, 2004), pode-se inferir que as codornas foram expostas a condições de estresse por calor e umidade durante o período experimental.. Entretanto, este fato não indica ter afetado a produtividade das aves, uma vez que o desempenho apresentou resultados dentro da faixa considerada normal para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*).

A taxa de postura de ovos comercializáveis (TPO) não teve efeito significativo ( $P>0,05$ ) conforme o aumento dos níveis de cálcio. Portanto, o menor nível de cálcio (1,67%) foi suficiente para atender a demanda diária das aves sem que houvesse redução ou aumento significativos na taxa de postura dos ovos comercializáveis das mesmas. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Vieira et al. (2012) que trabalharam com três níveis de cálcio (2,0; 2,5 e 3,0%) e quatro de fósforo disponível (0,10; 0,17; 0,24 e 0,31%) e também não encontraram efeito para esta característica. Assim como os resultados apresentados, estudos realizados por Costa et al. (2007), que ao trabalharem com dietas que continham 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 significativo. Contudo, os resultados encontrados por Yakout et al. (2004) ao testarem três níveis de cálcio (2,0; 2,5 e 3,0%) e por Brandão et al. (2007) ao estudarem sete níveis de cálcio (2,95; 3,10; 3,25; 3,40;

3,55; 3,70 e 3,85%), observaram efeito significativo dos níveis de cálcio da dieta.

Os diferentes níveis de cálcio testados afetaram de forma significativa o consumo de ração/ave/dia (CR). A interação ( $P < 0,05$ ) entre a granulometria do fosfato bicálcico e o nível de cálcio (4,52%) apresentaram efeito significativo indicando que a dieta que apresenta o nível intermediário do cálcio e granulometria grossa, a ave possui menor consumo, pois é capaz de atender sua necessidade mais rapidamente.

Guinotte et al. (1991), utilizando fonte inorgânica como suplemento de cálcio, observaram uma relação positiva entre as características de desempenho das aves e o aumento do grau de moagem da fonte de cálcio, relação esta que pode ser explicada pelo efeito positivo das partículas finas na retenção de cálcio, uma vez que ocorre aumento na solubilidade do cálcio induzido pelas partículas menores. Contudo Nir et al. (1994) observaram melhora nos resultados de desempenho em pintos com o aumento do tamanho das partículas do alimento, e desta forma pode-se inferir que estes resultados encontrados estão relacionados com a velocidade de degradação mais lenta, que é consequência de um tempo maior de retenção da partícula na moela, e uma absorção mais eficiente, fazendo com que haja menor competição por sítios de absorção e menor porcentagem de formação de fosfatos insolúveis.

Tabela 11 - Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de cálcio e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Cálcio	TPO (%)		Média	CR (g)		Média	PMO (g)		Média	MO (g)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>1,67</b>	82,40	83,00	82,70	25,51 <sup>Aa</sup>	25,07 <sup>Aa</sup>	25,29	12,03	11,91	11,97 <sup>B</sup>	9,91	9,88	9,90 <sup>B</sup>
<b>3,099</b>	91,98	89,12	90,55	25,77 <sup>Aa</sup>	24,42 <sup>Ab</sup>	25,09	12,29	12,06	12,18 <sup>A</sup>	11,30	10,75	11,02 <sup>A</sup>
<b>4,52</b>	91,48	90,48	91,06	24,53 <sup>Ba</sup>	24,85 <sup>Aa</sup>	24,69	12,06	11,97	12,02 <sup>AB</sup>	11,03	10,83	10,94 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	88,62	87,54	-	25,28	24,78	-	12,13 <sup>b</sup>	11,98 <sup>a</sup>	-	10,75 <sup>b</sup>	10,49 <sup>a</sup>	-
<b>Cálcio</b>	ns		Ns		P<0,08		ns					
<b>Granulometria</b>	ns		Ns		P<0,06		P<0,05					
<b>Cálcio x Granulometria</b>	ns		P<0,05		ns		ns					
<b>C.V.</b>	5,079		4,195		2,442		5,061					

Nível de fósforo disponível= 0,323%;

C.V. Coeficiente de Variação;

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; TPO - Taxa de postura de ovos normais; CR – Consumo de ração/ave/dia; PMO – Peso Médio dos ovos; MO - Massa de ovos;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 4,00%; Trat<sub>2</sub> = 4,43%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 1,69%; Trat<sub>6</sub> = 1,85%

Quanto a variável peso médio do ovo (PMO), esta apresentou diferença significativa tanto para os níveis de cálcio utilizados ( $P < 0,08$ ) quanto para a granulometria utilizada ( $P < 0,06$ ), o nível intermediário de cálcio (3,099%) apresentou melhor resultado, contudo não diferindo estatisticamente do resultado apresentado pelo maior nível. Desta forma, o nível de 3,099% de cálcio foi suficiente para atender a demanda do animal e provocar melhoras no peso médio do ovo (PMO). Para a granulometria, a fina resultou em melhores resultados quando comparados com os obtidos pela granulometria grossa, tanto para o PMO quanto para a massa de ovos (MO). Com isso, pode-se inferir que houve maior disponibilidade tanto de cálcio quanto de fósforo disponível para que o animal pudesse expressar melhor estas características. Garcia et al. (2000) testaram níveis de 2,5 a 4,0% de cálcio na dieta e observaram diminuição linear no peso médio e na massa dos ovos conforme os níveis de cálcio aumentaram. Entretanto, Costa et al. (2007) e Pizzolante et al. (2007), estudando níveis crescentes de cálcio para codornas japonesas em postura não encontraram efeito significativo.

Tanto a conversão alimentar grama por grama (CA) quanto a conversão alimentar quilo por dúzia (CA) não apresentaram efeito significativo nem para os níveis crescentes de cálcio da dieta nem para as duas granulometrias do fosfato bicálcico utilizado (Tabela 11). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Junqueira et al. (2001) ao estudarem 3 níveis de fósforo total (0,5%; 0,6% e 0,7%) e duas granulometrias de fosfato bicálcico (fina e granulada), não observaram influencia sobre parâmetros de desempenho. Costa et al. (2010) e Brandão et al. (2007), também não verificaram efeito significativo para a conversão alimentar por massa de ovo. Com relação a



conversão alimentar quilo por dúzia (CA), Costa et al. (2010) e (2007) verificaram efeito linear decrescente.

Tabela 11 - Desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de cálcio para duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Cálcio	CA		Média	CA		Média	PC (g)		Média	PRC (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>1,67</b>	2,57	2,53	2,55	0,37	0,36	0,36	0,88	0,91	0,89	7,35	7,62	7,48
<b>3,099</b>	2,28	2,27	2,28	0,33	0,33	0,33	0,96	0,95	0,96	7,84	7,92	7,88
<b>4,52</b>	2,22	2,29	2,26	0,32	0,33	0,32	0,96	1,02	0,99	8,01	8,52	8,24
<b>Média</b>	2,36	2,37	-	0,34	0,34	-	0,94 <sup>a</sup>	0,96 <sup>b</sup>	-	7,73 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup>	-
<b>Cálcio</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>Granulometria</b>	ns		ns		ns		P<0,03		P<0,001		ns	
<b>Cálcio x Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>C.V.</b>	4,605		5,479		4,087		3,997		3,997		3,997	

Nível de fósforo disponível= 0,323%;

C.V.: Coeficiente de Variação;

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; CA – Conversão alimentar grama por grama; CA – Conversão alimentar quilo por dúzia; PC – Peso da casca; PRC – Peso relativo da casca;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 4,00%; Trat<sub>2</sub> = 4,43%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 1,69%; Trat<sub>6</sub> = 1,85%

No entanto, Pizzolante et al. (2007) trabalhando com escalonamento de oferta de cálcio para codornas em final de produção (54 semanas de idade), não encontraram diferenças ( $P>0,05$ ) para conversão alimentar por kg e por dz de ovos, concluindo que a variação dos níveis de cálcio durante os períodos considerados não alterou o desempenho produtivo das codornas.

As codornas que foram alimentadas com rações contendo fosfato de granulometria grossa apresentaram o melhor resultado para peso absoluto e relativo, isto pode ser explicado pelo maior tamanho da partícula do fosfato, pois esta ficou mais tempo retida na moela, aumentando o tempo de digestão e tornando a absorção mais eficiente, uma vez que o nutriente foi liberado aos poucos para ser absorvido pelos enterócitos. Assim, tanto o cálcio quanto o fósforo puderam ser absorvidos com mais eficiência, melhorando a qualidade da casca do ovo. Estes resultados estão de acordo com os observados por Vieira et al. (2012), Costa et al. (2010) e Barreto et al. (2007) e contraria os observados Masukawa et al. (1996).

Com relação ao peso absoluto de gema (PG), foi encontrado efeito significativo ( $P<0,03$ ) para a granulometria (Tabela 12) e a que apresentou melhor resultado foi a fina (3,98). A granulometria fina proporcionou a codorna cálcio e fósforo mais biodisponíveis em um período de tempo menor quando comparados com a granulometria grossa. E isso fez com que esta característica fosse melhorada. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Brandão et al. (2007), que ao avaliarem níveis crescentes de cálcio de 2,95 a 3,55%, observaram melhora no peso de gema. Entretanto, Vieira et al. (2012), trabalhando com níveis de cálcio (2,0; 2,5 e 3,0%) da dieta observaram diminuição linear do peso de gema ( $P<0,05$ ). Já para o peso

relativo de gema (PRG), não foi encontrado efeito significativo. Contudo, Brandão et al. (2007), que ao avaliarem níveis crescentes de cálcio na ração, de 2,95% a 3,55%, observaram melhora na porcentagem de gema.

Tabela 12 - Qualidade interna dos ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de cálcio e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Cálcio	PG (g)		Média	PRG (%)		Média	PA (g)		Média	PRA (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>1,67</b>	3,95	3,98	3,96	32,84	33,46	33,15	7,05	6,94	6,99	58,65	58,28	58,46
<b>3,099</b>	4,04	3,86	3,95	32,95	32,04	32,49	7,33	7,21	7,27	59,69	59,78	59,74
<b>4,52</b>	3,94	3,85	3,90	32,66	32,19	32,45	7,21	7,05	7,14	59,78	58,90	59,38
<b>Média</b>	3,98 <sup>b</sup>	3,90 <sup>a</sup>	-	32,82	32,57	-	7,20	7,07	-	59,37	59,00	-
<b>Cálcio</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>Granulometria</b>	P<0,03		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>Cálcio x Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns		ns	
<b>C.V.</b>	3,726		3,652		3,727		3,386		3,386		3,386	

Nível de fósforo disponível= 0,323%; C.V.: Coeficiente de Variação; n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; PG – Peso absoluto de gema; PRG – Peso relativo de gema; PA – Peso absoluto de albúmen; PRA – Peso relativo do albúmen;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 4,00%; Trat<sub>2</sub> = 4,43%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 1,69%; Trat<sub>6</sub> = 1,85%

Como pode ser observado, nem a granulometria nem os níveis crescentes de cálcio exerceram efeito significativo sobre o peso absoluto (PA) e relativo de albúmen (PRA). Esses dados são diferentes dos resultados obtidos por Barreto et al. (2007) e Vieira et al. (2012), os quais trabalharam com níveis de cálcio entre 2,0 a 3,5% e 2,0 a 3,0%, respectivamente, e não encontraram efeito significativo para peso absoluto de albúmen (PA). Costa et al. (2010), por sua vez, não observaram efeito significativo tanto para peso absoluto quanto para peso relativo de albúmen, trabalhando com níveis crescentes (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) de cálcio. Resultados encontrados por Brandão et al. (2007), são diferentes dos resultados apresentados neste trabalho, os quais relataram o efeito quadrático para peso relativo de albúmen.

A unidade “Haugh” é uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. De modo geral, quanto maior o valor da unidade “Haugh”, melhor a qualidade do ovo. Como pode ser observado a unidade haugh não teve efeito significativo para níveis de cálcio e granulometria. Estes resultados estão de acordo com Pizzolante et al. (2007), que estudaram o efeito níveis crescentes de cálcio em diferentes horários de arraçoamento para codornas japonesas.

Tabela 13 - Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de cálcio e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Cálcio	UH		Média	DENS (g/cm <sup>3</sup> )		Média
	GF	GG		GF	GG	
<b>1,67</b>	20,08	20,38	20,23	1,053	1,053	1,053 <sup>A</sup>
<b>3,099</b>	20,42	19,95	20,18	1,051	1,051	1,051 <sup>B</sup>
<b>4,52</b>	20,30	20,41	20,35	1,052	1,052	1,052 <sup>AB</sup>
<b>Média</b>	20,27	20,25	-	1,0522	1,0524	-
<b>Cálcio</b>	ns			P<0,05		
<b>Granulometria</b>	ns			ns		
<b>Cálcio x Granulometria</b>	ns			ns		
<b>C.V.</b>	3,495			0,223		

Nível de fósforo disponível= 0,323%

C.V. Coeficiente de Variação

n.s.- Não significativo (P>0,05)

<sup>ab</sup> - Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si (P>0,05) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; UH – Unidade Haugh; DENS – Densidade específica do ovo;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 4,00%; Trat<sub>2</sub> = 4,43%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 1,69%; Trat<sub>6</sub> = 1,85%

Os níveis de cálcio estudados afetaram significativamente (P<0,05) a densidade específica do ovo (DENS). O melhor resultado observado foi para o menor nível de cálcio indicando que este nível já foi suficiente para fazer com que a ave expressasse melhoras para esta característica. Resultados descritos por Costa et al. (2010) estão de acordo com os descritos neste trabalho, encontraram resultados significativos para este parâmetro, sendo que a gravidade específica foi maximizada ao nível de 3,5% de cálcio. Contudo, Vieira et al. (2012) descrevem que conforme aumentam-se os níveis de cálcio da dieta melhora-se também a gravidade específica.

Foi possível verificar que não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para as características de índice de seedor, nível sérico de fósforo e matéria mineral (Tabela 14).

Tabela 14 - Parâmetros ósseos e níveis séricos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de cálcio e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Cálcio	SEEDOR		Média	SER P (mg/dL)		Média	SER Ca (mg/dL)		Média	CINZAS (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>1,670</b>	14,01	13,73	13,87	8,89	7,67	8,28	21,98	21,60	21,79 <sup>C</sup>	52,33	48,80	50,57
<b>3,099</b>	14,19	14,32	14,26	8,64	9,05	8,84	23,02	23,82	23,42 <sup>B</sup>	54,32	55,06	54,69
<b>4,520</b>	14,38	14,48	14,43	8,49	9,65	9,07	25,15	24,87	25,01 <sup>A</sup>	49,67	49,67	52,82
<b>Média</b>	14,20	14,18	-	8,67	8,79	-	23,38	23,43	-	54,21	51,18	-
<b>Cálcio</b>	ns		ns		P<0,0003		ns		ns			
<b>Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns			
<b>Cálcio x Granulometria</b>	ns		ns		ns		ns		ns			
<b>C.V.</b>	7,401		25,813		10,142		16,640					

Nível de fósforo disponível= 0,323%

C.V. Coeficiente de Variação

n.s.- Não significativo ( $P>0,05$ )

<sup>ab</sup> - Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste F. Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha; Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna.

GF –Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; SEEDOR – Índice de Seedor; SER P – Nível de fósforo sérico; SER Ca – Nível de cálcio sérico; CINZAS – Matéria mineral;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 4,00%; Trat<sub>2</sub> = 4,43%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 1,69%; Trat<sub>6</sub> = 1,85%

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Almeida Paz et al. (2009), que trabalhando com níveis adequados (3,8%) e baixos (1,8%) de cálcio, não observaram efeito para índice de seedor e matéria mineral. Vargas Junior et al. (2003), também não observou efeito significativo para matéria mineral trabalhando com níveis crescentes de cálcio para poedeiras leves e



semipesadas. Houve diferença ( $P < 0,0003$ ), apenas, para o nível sérico de cálcio, sendo que este aumentou conforme o nível de cálcio dietético aumentou. Os dados encontrados estão de acordo com Ribeiro et al. (2008), que verificaram a utilização do cálcio em fase de produção da ave poedeira.

Tabela 15 - Parâmetros ósseos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo três níveis de cálcio e com duas granulometrias, fina (0,145mm) e grossa (0,310mm) de fosfato bicálcico

Nível de Cálcio	Ca (%)		Média	P (%)		Média	Mg (%)		Média
	GF	GG		GF	GG		GF	GG	
<b>1,670</b>	19,71	18,70	19,21	9,70	9,22	9,46	0,29 <sup>Aab</sup>	0,27 <sup>Ab</sup>	0,2802 <sup>AB</sup>
<b>3,099</b>	20,71	20,10	20,41	9,55	9,60	9,58	0,29 <sup>Aa</sup>	0,29 <sup>Aa</sup>	0,2889 <sup>A</sup>
<b>4,520</b>	19,81	20,52	20,17	9,35	9,60	9,48	0,27 <sup>Ba</sup>	0,28 <sup>Aa</sup>	0,2752 <sup>B</sup>
<b>Média</b>	20,08	19,78	-	9,53	9,47	-	0,28	0,27	-
<b>Cálcio</b>	ns		ns		P<0,05				
<b>Granulometria</b>	ns		ns		ns				
<b>Cálcio x Granulometria</b>	ns		ns		P<0,04				
<b>C.V.</b>	13,126		6,814		6,324				

Nível de fósforo disponível= 0,323%

C.V. Coeficiente de Variação.

n.s.- Não significativo ( $P > 0,05$ )

<sup>ab</sup>- Médias dos ensaios, seguidas por mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste F. Médias seguidas por letras maiúsculas devem ser interpretadas na coluna. GF – Granulometria fina; GG – Granulometria grossa; Ca – Nível de cálcio no tibiotarso; P – Nível de fósforo no tibiotarso; Mg – Nível de Magnésio no tibiotarso; Médias seguidas por letras minúsculas devem ser interpretadas na linha;

Taxa de ovos não comercializáveis/Tratamento: Trat<sub>1</sub> = 4,00%; Trat<sub>2</sub> = 4,43%; Trat<sub>3</sub> = 1,41%; Trat<sub>4</sub> = 1,63%; Trat<sub>5</sub> = 1,69%; Trat<sub>6</sub> = 1,85%

De maneira semelhante, os teores de cálcio e de fósforo ósseos não foram afetados de forma significativa pelos tratamentos utilizados. Almeida (2011) estudou três níveis de cálcio (3,7; 4,0; e 4,3 %), obtidos com a suplementação de calcário (50 % fino e 50 % grosso) e os níveis de fósforo foram obtidos com a suplementação de fosfato bicálcico (textura média), de forma a proporcionar relações cálcio: fósforo disponível de 12,12; 10,53 e 9,30:1 dentro de cada nível de cálcio, e também não foi observado efeito significativo para teores de cálcio e fósforo ósseos. Vargas Junior et al. (2003), também não verificaram efeito dos níveis de cálcio dietético sobre o teor de cálcio ósseo em poedeiras leves. Contudo, estes mesmo autores observaram efeito linear para a mesma característica em poedeiras semipesadas.

O magnésio está extremamente associado ao cálcio e ao fósforo, tanto na sua distribuição como no seu metabolismo. De 50 a 70% de todo o magnésio orgânico é encontrado no esqueleto representando 0,8 a 1,0% da cinza óssea. O restante está amplamente distribuído nos tecidos moles exercendo funções vitais no organismo. O soro sanguíneo de aves e suínos contém de 2 a 5 mg/100ml, dependendo dos níveis dietéticos (BERTECHINI, 2006). Sendo assim, quando se observa o parâmetro de teor de magnésio ósseo, na tabela 15, percebe-se que houve efeito significativo tanto para a granulometria ( $P < 0,05$ ) quanto para a interação entre os níveis de cálcio e a granulometria ( $P < 0,04$ ).

O menor resultado foi apresentado em dois momentos, quando as aves foram submetidas a uma dieta contendo o maior nível de cálcio e granulometria fina do fosfato bicálcico e quando este foi alimentado com o menor nível de cálcio e granulometria grossa. Quando há hipercalcemia, a produção do

paratormônio é inibida e fazendo com que não haja retirada de minerais ósseos. Contudo, a granulometria fina tornou os minerais mais prontamente disponíveis fazendo com que houvesse maior formação de fosfatos insolúveis na luz intestinal, indisponibilizando-os para a absorção e fazendo com que a ave tivesse que mobilizar material ósseo para suprir sua demanda diária destes minerais.

Uma vez que, para a granulometria grossa ocorreu o contrário. Houve menor formação de fosfatos insolúveis na luz intestinal, entretanto o menor nível fez com que a ave entrasse em quadro de hipocalcemia e a liberação de paratormônio fosse aumentada, fazendo com que houvesse desmineralização óssea. Desta forma, pode ter sido por isso que os resultados observados se comportaram desta maneira.

#### **4.5 Conclusões**

Concluiu-se que dietas contendo 3,099% de cálcio e 0,323% de fósforo disponível com fosfatos de granulometria fina, são suficientes para proporcionar melhores desempenho produtivo, manutenção das características internas dos ovos, desenvolvimento do tecido ósseo e níveis séricos normais de codornas japonesas em postura.

#### 4.6 Referências

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

ALMEIDA, R.L. **Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo disponível em rações para galinhas poedeiras leves no segundo ciclo de produção**. 2011.60f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Editora UFLA. 301p. : il. 2006.

BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; 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.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O.; 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.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T. et al. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.8, 2010.

GARCIA, J.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N. 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.

GOMES, P. C.; RUNHO, R. C.; D'AGOSTINI, P. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004.

GUINOTTE, F., NYS, Y., MONREDON, F. The effects of particle size and origin of calcium carbonate on performance and ossification characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 70, p. 1908-1920, 1991.

JUNQUEIRA, O.M; LEMOS, M.G.; ARAÚJO, L.F. et al. Uso de Fosfato Bicálcico Granulado Sobre o Desempenho e Mineralização Óssea de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, 2001.

MASUKAWA, Y.; FERNANDES, E. B.; MORAES, V. M. B. et al. Efeito dos níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: CONFERÊNCIA APINCO

DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** Curitiba, Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, p.35, 1996.

NIR, I., SHEFET, G., ARONI, Y. Effect of particle size on performance: 1. Corn. **Poultry Science**, v. 73, p. 45-49, 1994.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Efeito do horário de fornecimento de rações contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.677-683, 2007.

RIBEIRO, E.M.; GONÇALVES, F.M.; ANCIUTI, M.A. Níveis de cálcio e fósforo séricos em poedeiras comerciais no pré- pico e pico de produção de ovos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2008, Rio Grande do Sul, Gramado. **Anais...** Gramado. Outubro, 2008.

RODRIGUES, P.C. **Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 57p, 1975.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n.1, p.157-168, 2004.

SEEDOR, J.G. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.4, p.265-270, 1995.

SILVA, J. H. V. FILHO, J.J.; COSTA, F.G.P. et al, Exigências Nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.13, n.3, 2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos/Métodos Químicos e Biológicos**. 3.ed. 235p. : il. – Viçosa : UFV, 2002.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v.72, p.760-764, 1993.

VARGAS JUNIOR, J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. 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. 2003.

VIEIRA, D.V.G.; BARRETO, S.L.T.; VALERIANO, M.H. et al. Exigências de cálcio e de fósforo disponível para codornas japonesas de 26 a 38 semanas de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.204-213, 2012.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.5-16, 1992.

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.

## 6 REFERÊNCIAS GERAIS

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

ALMEIDA, R.L. **Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo disponível em rações para galinhas poedeiras leves no segundo ciclo de produção**. 2011.60f. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Editora UFLA. 301p. : il. 2006.

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

CEYLAN, N.; SCHEIDELER, S.E.; STILBOM, H.L. High available phosphorus corn and phytase in layer diets. **Poultry Science**, Champaing, v.82, p. 789-795, 2003.

BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; 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.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O.; 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.

COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.H.V. et al. Exigências de cálcio para codornas japonesas fêmeas de um a 35 dias de idade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2009.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T. et al. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.8, 2010.

FUGIKURA, W.S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.1.

GARCIA, J.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N. 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.



GERALDO, A.; BERTECHINI, A. G.; BRITO, J.A.G.D.E; et al. Níveis de cálcio de granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, **35** (1): 113-118.

GOMES, P. C. RUNHO, R. C.; D'AGOSTINI, P. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004.

GUINOTTE, F.N.Y.S.Y.; MONREDON, F. The effects of particle size and origin of calcium carbonate on performance and ossification characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 70, p. 1908-1920, 1991.

GUÉGUEN, L.; POINTILLART, A. The bioavailability of dietary calcium. **Journal of the American College of Nutrition**. vol. 19, n.2, p. 119-136, 2000.

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

JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B. et al. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum**, v.27, n.1, p.35-41, 2005.

JUNQUEIRA, O.M; LEMOS, M.G.; ARAÚJO, L.F. et al. Uso de Fosfato Bicálcico Granulado Sobre o Desempenho e Mineralização Óssea de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, 2001.

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

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

MACARI, M.; MENDES, A.A. **Manejo de matrizes de corte**. Ed. FACTA, 2005, 421p.

MASUKAWA, Y. FERNANDES, E. B.; MORAES, V. M. B. et al. Efeito dos níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** Curitiba, Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, p.35, 1996.

MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. **Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos de 22 a 46 dias de idade, mantendo a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1**. Disponível: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/exigencia-fosforo-disponivel-frangos-t868/124-p0.htm>. Acesso em: 13 de abril de 2013.

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

MILES, R. D. 2000. Fatores nutricionais envolvidos com a qualidade da casca dos ovos. **Anais do IV Simpósio Goiano de Avicultura**, Goiânia, Brasil, p.163-174.

NIR, I., SHEFET, G., ARONI, Y. Effect of particle size on performance: 1. Corn. **Poultry Science**, v. 73, p. 45-49, 1994.

OLIVEIRA, B.L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M. Algumas informações sobre nutrição de codornas de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL E CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2004, Lavras. **Palestras...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/NECTA, p. 53-66, 2004.

OLIVEIRA, M.C.; GONÇALVES, B.N.; MACHADO, M.G. et al. Qualidade de ovos de codornas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeos e níveis reduzidos de cálcio. **Acta Scientiarum**. v. 30, n. 3, p. 277-281, 2008.

ONYANGO, E.M. HESTER, P.Y.; STROSHINE, R. et al. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v. 82, n. 11, 1787-1791, 2003.

PASTORE, S.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Calcium levels and calcium: available phosphorus ratios in diets for white egg layers from 42 to 58 weeks of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.41, n.12, 2012.

PELÍCIA, K.; MOURÃO, J.L.M.; GARCIA, E.A. et al. Effects of Dietary Calcium Levels and Limestone Particle Size on The Performance, Tibia and Blood of Laying Hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**. vol. 13, n.1, p.29-34, 2011.

PIZZOLANTE, C.C. **Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte.** 117f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; GARCIA, E.A. et al. Efeito do horário de fornecimento de rações contendo diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em final de produção. **Revista Ciencia Animal Brasileira**, v.8, p.677-683, 2007.

PLUMSTEAD, P.W.; LEYTEM, A.B.; Maguire, R.O. et al. Interaction of Calcium and Phytate in Broiler Diets. 1. Effects on Apparent Prececal Digestibility and Retention of Phosphorus. **Poultry Science**, vol. 87, p. 449-458, 2008.

RAMA RAO, S.V.; PANDA, A.K.; RAJU, M.V.N. et al. Requeriment of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.199-208, 2006.

RIBEIRO, E.M.; GONÇALVES, F.M.; ANCIUTI, M.A. Níveis de cálcio e fósforo séricos em poedeiras comerciais no pré- pico e pico de produção de ovos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2008, Rio Grande do Sul, Gramado. **Anais...** Gramado. Outubro, 2008.

ROLAND, D. A. 1976. Recent development in egg shell quality. **Feedstuffs**, 48 (29): 3.

RODRIGUES, P.C. **Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 57p, 1975.

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**. vol. 30, n.1, p. 187-196, 2001.

SÁ, L. M.; GOMES, P.G.; ALBINO, L. F. T. et al. Exigência nutricional de cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n.1, p.157-168, 2004.

SEEDOR JG. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.4, p.265-270, 1995.

SILVA, J. H. V.; FILHO, J.J; COSTA, F.G.P. et al., Exigências Nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.13, n.3, 2011.

SILVA, J.H.V.; COSTA. F.G.P.; SILVA, E.L. et al. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3.; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA - EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CODORNAS, 2., 2007, Lavras. **Anais...** UFLA, 2007. p.44-64.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos/Métodos Químicos e Biológicos**. 3.ed. 235p. : il. – Viçosa : UFV, 2002.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v.72, p.760-764, 1993.

SIMÕES, A.F. **Influência da atividade física no tratamento da osteoporose.** Disponível: <http://www.cdof.com.br/fisio5.htm> Acesso em: 30 de junho de 2013.

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

VARGAS JUNIOR, J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. 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. 2003.

VIEIRA, D.V.G.; BARRETO, S.L.T.; VALERIANO, M.H. et al. Exigências de cálcio e de fósforo disponível para codornas japonesas de 26 a 38 semanas de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.204-213, 2012.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.5-16, 1992.

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.

YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSHI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. **British Poultry Science**, Londres, v. 27, n. 2, p. 171-176, 1986.

XIE, M.; WANG, S.X.; HOU, S.S. et al. Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus on growth performance and bone ash in early White Pekin ducklings. **Animal Feed Science and Technology**, vol. 151, p. 161-166, 2009.