

CARLOS HENRIQUE ROCHA COSTA

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETAS PARA
CODORNAS JAPONESAS DE 45 A 57 SEMANAS DE IDADE**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Doctor Scientiae***

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009**

CARLOS HENRIQUE ROCHA COSTA

**NÍVEIS DE CÁLCIO E DE FÓSFORO EM DIETAS PARA
CODORNAS JAPONESAS DE 45 A 57 SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

APROVADA: 01 de Julho de 2009.

Prof. Robledo de Almeida Torres
(Co-Orientador)

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Co-Orientador)

Prof. Rogério Pinto

Prof. José Geraldo de Vargas Júnior

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

A Deus, que é o centro da minha vida, meu fiel e inseparável amigo.

A meus pais, Pedro Paulo e Ana Mary.

A meus irmãos, Júlio César, Adriana Aparecida, Regina
Célia e Pedro Paulo, ao meu sobrinho João Marcello e
afilhada Marcella

Ao meu cunhado Marcelo Osório da Costa.

DEDICO.

*“A Paz é o resultado de suas escolhas, a
Harmonia é a consequência de seus atos e o
Milagre é a confirmação de sua fé”*

*“Um erro na Vida não pode ser uma Vida de
erros”*

Padre Zezinho

*“O mundo não precisa de mestres e
doutores, mas sim de mestres e doutores
mais santos”*

Adaptado de João Paulo II

*“Menor que o meu sonho eu chamais poderei
ser”*

*“Quanto mais o ser humano se afasta de
Deus, mais ele se aproxima do nada”*

São Tomás de Aquino

*“Se Deus não fosse capaz de transformar o
mal de hoje no bem do amanhã, ele jamais
permitiria a existência do mal”*

Santo Agostinho

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser o centro da minha vida, fonte de inspiração à todo instante, o condutor dos meus passos, a luz que ilumina a minha escuridão, a fortaleza que vence a minha fraqueza, o equilíbrio da mente e da alma, a saúde do meu corpo e o amor incomensurável presente em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade e pelo apoio concedido, possibilitando desenvolver este trabalho.

À Coordenação do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores Sérgio Luiz de Toledo Barreto, Paulo Cezar Gomes e Robledo de Almeida Torres, pela orientação e co-orientação.

Aos professores José Geraldo de Vargas Júnior (UFES) e Rogério Pinto (UNIVIÇOSA) pela participação e preciosa ajuda para a conclusão deste trabalho.

Aos funcionários da seção de Avicultura - DZO, da Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Mauro, Elísio e José Lino pela colaboração e amizade.

Aos estagiários: Lúcia Heiko Hosoda, Carolina Abe Lipari e Gustavo Vaz Corrêa Maia por todo auxílio, dedicação e amizade demonstrados na condução deste experimento. Aos colegas de coração, Fernando Nobre e Alfredo Lora.

Aos Zootecnistas, Weyllison, Regina, Marcelle e Roque pela inestimável prestabilidade e colaboração durante o curso.

Aos Agrônomos, Marcelo Reis, Daniel Falkosk, Júlio, Flávio e Gérson pela amizade e companhia.

Aos meus dois grandes irmãos e amigos, Túlio Vieira Mendes e Roberto Dias, pelo exemplo de vida, companheirismo e fidelidade.

Aos meus pais, Pedro Paulo Barbosa Costa e Ana Mary Rocha da Costa, pelo amor, pela dedicação e paciência, pelos ensinamentos, e pela proteção.

Aos meus irmãos, Júlio César Rocha Costa, Adriana Aparecida da Costa Regina Célia da Costa, e Pedro Paulo Rocha Costa, pela amizade, carinho e compreensão. Em especial ao Júlio, que por tantas vezes foi solidário e companheiro no decorrer do experimento.

À Punk, por fazer parte da minha vida durante tantos e tantos anos.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em especial, a Márcia, Celeste, Rosana, Venâncio, Maria Aparecida, Adilson, Seu Jorge, Édson e Mário, pelo carinho, educação, dedicação e empenho em si manterem pessoas sempre agradáveis mesmo frente às adversidades da vida.

BIOGRAFIA

CARLOS HENRIQUE ROCHA COSTA, filho de Pedro Paulo Barbosa Costa e Ana Mary Rocha da Costa, nasceu em Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, a 24 de Dezembro de 1980.

Em Julho de 2004, diplomou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Viçosa.

Em Agosto de 2004, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de nutrição e produção de monogástricos, defendendo sua dissertação em 14 de Fevereiro de 2006, obtendo o título de *Magister Scientiae*.

Em Março de 2006, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de nutrição e produção de monogástricos, defendendo sua tese em 01 de Julho de 2009, obtendo o título de *Doctor Scientiae*.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
RESUMO	21
ABSTRACT	22
CAPÍTULO I	23
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4. CONCLUSÃO	40
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
RESUMO	45
ABSTRACT	46
CAPÍTULO II	47
1. INTRODUÇÃO	47
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4. CONCLUSÃO	71
5. CONCLUSÕES GERAIS	72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
7. APÊNDICE	77

RESUMO

COSTA, Carlos Henrique Rocha. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Níveis de cálcio e de fósforo em dietas para codornas japonesas de 45 a 57 semanas de idade.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Robledo de Almeida Torres e Paulo Cezar Gomes.

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de determinar os níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pd) para codornas japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) no terço final do ciclo de produção (45 a 57 semanas de idade). Utilizou-se respectivamente, para a determinação do nível nutricional de Ca e de Pd, 350 e 300 codornas japonesas fêmeas, sendo que em ambos os experimentos as aves apresentavam inicialmente 313 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo utilizado cinco níveis de Ca (2,2; 2,6; 3,0; 3,4 e 3,8%), sete repetições e dez aves por unidade experimental. Para determinação do Pd foram utilizados cinco níveis (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%), seis repetições e dez aves por unidade experimental. As dietas experimentais, continham 2.900 Kcal de energia metabolizável/kg e 20% de proteína bruta. A determinação do nível adequado de Ca e de Pd foi estimada através do consumo de ração, produção de ovos ave/dia, ave/alojada, viáveis para comercialização e viáveis ave/dia, variação do peso corporal, viabilidade, peso e massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, peso específico dos ovos, percentagem e peso de casca, percentagem e peso de gema, percentagem e peso de albúmen, espessura de casca, altura e diâmetro dos ovos e teores de Ca, P, Mg e cinzas na casca, não se avaliando a espessura da casca, sendo avaliadas: Teores de Ca, P, Mg e cinzas na tíbia e na excreta, pH da gema, do albúmen e da excreta, comprimento e peso da tíbia e do fêmur. O aumento dos níveis de Ca na dieta melhorou a conversão por massa e por dúzia de ovos, a espessura de casca, e influenciou significativamente o peso da gema e o da casca dos ovos analisados, além da percentagem de casca dos ovos. Também se observou redução nos teores de P, Ca e Mg da casca com o aumento dos níveis

de Ca da dieta. Para os demais parâmetros avaliados não houve efeito significativo dos níveis de Ca da dieta. No experimento de P, o aumento dos níveis desse mineral na dieta aumentou linearmente o peso, a deposição de Ca na tíbia e o teor de Mg na tíbia, entretanto reduziu linearmente a altura dos ovos analisados. Observou-se efeito quadrático para peso específico, peso e percentagem de casca e teor de Ca excretado, sendo os níveis ótimos de 0,43%, 0,41%, 0,42% e 0,34%, respectivamente. Além dessas variáveis, o teor de Ca na casca do ovo, teor de cinzas e de P excretado e o teor de P na tíbia também apresentaram efeito quadrático, sendo os níveis ótimos de 0,27%, 0,30%, 0,43% e 0,42%, respectivamente. Para os demais parâmetros avaliados não houve efeito dos níveis de Pd da dieta. Conclui-se que os níveis nutricionais, para codornas japonesas, no terço final do ciclo de produção (45 a 57 semanas de idade), são de no mínimo 3,8% de Ca na dieta, o que corresponde ao consumo diário de 982 mg de Ca/ ave e de no máximo 0,15% de Pd na dieta, correspondendo a um consumo diário de 38 mg de Pd/ ave.

ABSTRACT

COSTA, Carlos Henrique Rocha. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009. **Levels of calcium and phosphorus in diets for japanese quails from 45 to 57 weeks of age.** Advisor: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisors: Robledo de Almeida Torres and Paulo Cezar Gomes.

Two experiments were conducted with the objective of determining the levels of calcium (Ca) and available phosphorus (aP) for Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in the final third of the production cycle (45 to 57 weeks of age). It was used respectively for determining the nutritional level of Ca and aP, 350 and 300 Japanese quail females, and in both experiments the birds were initially 313 days_old. The experimental design was completely randomized, using five levels of Ca (2.2, 2.6, 3.0, 3.4 and 3.8%), seven replicates and ten birds per experimental unit. For the determination of aP were used five levels (0.15, 0.25, 0.35, 0.45 and 0.55%), six replicates and ten birds per experimental unit. The experimental diets contained 2900 Kcal metabolizable energy/kg and 20% crude protein. The determination of the appropriate level of Ca and aP was estimated through the consumption of ration, egg production bird/day and bird/lodged, viable for commercialization, viable bird/day, profit of corporal weight, viability, weight and mass of eggs, alimentary conversion for mass and dozen eggs, specific weight of eggs, percentage and weight of shell, percentage and weight of yolk, percentage and weight albumen, shell thickness, height and diameter of eggs and contents of Ca, P, Mg and ash in the shell, not measuring the thickness of the shell, being evaluated: content of Ca, P, Mg and ash in the tibia and in the excreta, pH of the yolk, the albumen and excreta, length and weight of the tibia and femur. Increased levels of calcium in the diet improved the conversion of mass and per dozen eggs, the thickness of the shell, and significantly influenced the weight of the yolk and the shell of analyzed eggs analyzed, and the percentage of shell eggs. It was also observed reduction in levels of P, Ca and Mg of the

shell with the increase levels of Ca in the diet. For the others evaluated parameters it did not have significant effect of the levels of calcium in the diet. In the experiment of P, increased levels of this mineral in the diet increased linearly the weight, the deposition of Ca in the tibia and the content of Mg in the tibia, but reduced linearly the height of eggs analyzed. There was a quadratic effect for specific weight, shell weight, shell percentage and content of Ca excreted, being the optimum levels of 0.43%, 0.41%, 0.42% and 0.34% respectively. Beyond these variables, the content of Ca in the shell of the egg, ash content and P excreted and P content of the tibia also showed a quadratic effect, being the optimum levels of 0.27%, 0.30%, 0.43% and 0.42% respectively. For the other parameters evaluated there was no effect on levels of aP in the diet. It is concluded that the nutritional levels for Japanese quails in the final third of the production cycle (45 to 57 weeks of age) is of at least 3.8% Ca in the diet, which corresponds to a daily intake of 982 mg of Ca/bird and a maximum of 0.15% Pd in the diet, corresponding to a daily consumption of 38 mg of Pd/bird.

1. INTRODUÇÃO

No mercado agropecuário competitivo, a criação de codornas japonesas tem como principais vantagens, as características de rápido crescimento, maturidade sexual precoce (35 a 42 dias), alta taxa de postura (em média 270 ovos/ave/ano), a longevidade em alta produção (14 a 18 meses), baixo investimento e rápido retorno do capital investido. Essas vantagens têm despertado interesses de pesquisadores em desenvolver trabalhos que venham contribuir com o maior aprimoramento desta exploração como fonte rentável na produção avícola.

A criação de codornas no Brasil tem crescido a cada ano. Segundo dados do IBGE (2007), o efetivo de codornas em 2007 foi de 7.586.732 milhões de unidades, apresentando aumento de 5,3% com relação ao registrado em 2006, e a produção de ovos foi equivalente a 131.045 mil dúzias. Esse grande crescimento na produção de ovos de codorna se deve ao baixo investimento e a pouca mão de obra empregada (Murakami, 2006).

A Região Sudeste é a maior produtora nacional de codornas, independentemente da finalidade do efetivo: produção de carne ou ovos. Esta região participa com 58,4% dos animais alojados, sendo São Paulo o mais importante estado. Os principais municípios produtores são Bastos (São Paulo), Santa Maria de Jetibá (Espírito Santo) e Iacri (São Paulo) que são também os maiores na produção de ovos de codorna. Esta última teve aumento com relação a 2006 de 5,9%, com o valor médio pago pela produção tendo aumentado cerca de 25,8% (IBGE, 2007).

Além disso, houve mudanças nos hábitos alimentares dos brasileiros, com refeições mais rápidas, assim os ovos de codorna deixaram de ser vendidos apenas para o mercado atacadista, chegando aos restaurantes self-service. Com esse aumento de mercado, houve entrada de grandes empresas, que perceberam a rentabilidade do negócio.

Os fatores que interferem na boa produtividade desta criação são as instalações, a genética, a nutrição e o manejo. Já no caso de codornas de corte,

essa é uma atividade incipiente e os índices produtivos no país ainda não são uniformes, sendo que algumas universidades estão realizando pesquisas neste sentido (Murakami, 2006).

Embora a produção em escala venha aumentando nos últimos anos, pouco se conhece sobre o manejo correto e a nutrição adequada de codornas. Dessa forma, boa parte das pesquisas científicas envolvendo níveis nutricionais e desempenho de codornas refere-se a dados obtidos em outros países onde as linhagens utilizadas, as condições ambientais e o manejo diferem daqueles existentes em nosso país. Então, há necessidade de pesquisas nacionais para que se possa obter maior rendimento produtivo e econômico desta espécie.

Os estudos em nutrição tornam-se ainda muito mais relevantes, pois nesta recai a maior parcela dos ônus de produção. Também é importante ressaltar que dentre os estudos dos níveis nutricionais a serem adotados, pouco destaque é dado aos minerais, especialmente o fósforo, o qual é indispensável na vida das aves, durante a fase de crescimento e de produção, por participar da formação do esqueleto e contribuir para a qualidade dos ovos.

Como a coturnicultura é uma atividade que não exige grandes investimentos, quando comparada a outros tipos de explorações agropecuárias, acredita-se que em pouco tempo, devido ao desenvolvimento de pesquisas relacionadas diretamente com a genética e a nutrição desses animais, a criação comercial tornará mais rentável no mercado nacional.

Objetivou-se neste trabalho determinar os níveis de cálcio e de fósforo disponível na dieta, afim de proporcionar eficiente desempenho produtivo e manutenção da qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas adequados no terço final do ciclo de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Introdução aos minerais

Os minerais representam um grupo de substâncias essenciais para a nutrição dos animais e podem ser classificados academicamente em macrominerais e microminerais ou elementos traços. Esta classificação está relacionada com as concentrações desses elementos nos tecidos, que de certa forma, indicam as suas necessidades orgânicas. Constituem parte importante do organismo animal, representando de 3 a 4% do peso vivo das aves e 2,8 a 3,2% dos suínos. Nas rações de aves e suínos, a suplementação dos minerais representa de 3 a 4% do custo das rações para os macros e de 0,4 a 0,6% para os microminerais (Bertechini, 1998).

2.2- Interação entre cálcio, fósforo e outros minerais.

O cálcio (Ca) e o fósforo (P) interagem durante a absorção, o metabolismo e a excreção. A relação Ca: P no osso é ligeiramente maior que 2:1 e varia muito pouco (Scott et al., 1982). Quando o cálcio está em excesso pode haver interferência na digestibilidade de outros minerais, como fósforo, magnésio, manganês e zinco, causando deficiência secundária. Consumos altos de Ca podem alterar a utilização de P, devido à alteração da relação Ca:P (Anderson et al., 1995). Entretanto, altos níveis de P também podem causar deficiência de Ca.

Empregando dietas com níveis de 0,15; 0,25; 0,35 e 0,55% de fósforo disponível (Pd), Summers et al. (1976) verificaram aumento na retenção do Ca de 37; 43; 44 e 49% respectivamente, em poedeiras comerciais.

Rao & Roland (1990), trabalhando com níveis de 2,4 e 6% de Ca e 0,12 e 0,42% de fósforo disponível na dieta para poedeiras, concluíram que, dietas com baixo nível de Pd e níveis normais ou excessivos de Ca, as aves tiveram o Ca e o pH da urina aumentado. Entretanto, esses autores comentaram que quando a dieta foi deficiente em Ca, o Ca e o pH da urina não foram influenciados pelos níveis de Pd utilizados.

Dietas com nível elevado de Ca têm sido associado a desordens renais (Wideman et al., 1985). No entanto, mesmo utilizando-se níveis normais de Ca, dentro das recomendações nutricionais, o baixo P dietético também resultará em condições similares de excesso do Ca urinário, o que pode predispor os rins em anormalidades renais.

Outros minerais, como o magnésio quando em excesso na dieta aumenta a necessidade de Ca, principalmente, durante a fase de produção, onde o conteúdo de Ca seria aumentado para melhorar a qualidade da casca e integridade óssea (Atteh & Leeson, 1983).

No caso do manganês, os efeitos do Ca e do P sobre este mineral em dietas de aves, mostram que o nível de Ca por si só, pouco influencia no teor de cálcio ósseo. Entretanto o excesso de P dietético, reduz a deposição de manganês no osso acima de 50%, (Wedeking & Baker, 1990.; Wedeking et al., 1991).

O sódio e o alumínio também interagem com o P dietético. Harms (1982), verificou que a suplementação com bicarbonato de sódio na dieta de poedeiras, aumentou a excreção do excesso de P, resultando em melhoria da qualidade da casca do ovo. O mesmo foi observado por Keshavarz & McCormick (1991) e Frost et al. (1992), ao adicionarem o aluminossilicato de sódio a dietas de galinhas poedeiras. De acordo com Frost e Roland (1991), esta melhoria estaria relacionada com a ligação do alumínio proveniente do aluminossilicato com os íons de P no sangue, diminuindo, conseqüentemente, o P sangüíneo, resultando em aumento da produção da 1,25 dihidroxicolecalciferol (1,25-(OH)₂D₃) no plasma, aumento da reabsorção óssea e da absorção intestinal de Ca, melhorando a qualidade da casca do ovo.

Entretanto, Roland (1990) e Roland et al. (1991) relataram que o aluminossilicato também pode provocar queda na produção dos ovos, provavelmente pelo fato da redução da disponibilidade do P reduzir os níveis de cloro no plasma sangüíneo. Então é necessário manter níveis adequados de P quando se administra o aluminossilicato de sódio às dietas de poedeiras.

2.3 – Homeostase do cálcio e do fósforo no organismo animal

Os hormônios calcitonina e paratormônios (PTH) têm função relacionada com a forma ativa da vitamina D, a 1,25-(OH)₂D₃, que controla o nível de Ca e de P sanguíneo (McDowell, 1992).

Quando o animal apresenta reduzido nível plasmático de Ca, as glândulas paratireóides são estimuladas a secretarem o PTH, que atua aumentando a absorção de Ca do filtrado glomerular e diminuindo a absorção de fosfato (Champe & Harvey, 1996), além de mobilizar o Ca dos ossos. O PTH também atua nos rins promovendo a conversão da forma inativa da vitamina D na forma ativa 1,25-(OH)₂D₃. Por sua vez, esta vitamina D ativa estimula a mobilização óssea de Ca, ao mesmo tempo em que aumenta a absorção intestinal do Ca, por aumento na síntese de proteína ligadora de Ca (McDowell, 1992).

Durante a mobilização do Ca ósseo, o fosfato é liberado conjuntamente com o Ca (cristais de hidroxiapatita). Assim, o PTH aumenta a dissolução da matriz mineral óssea, reduzindo a absorção glomerular destes íons fosfatos prevenindo o aumento na concentração de fosfato do plasma (Granner, 1990). Esse aumento da concentração plasmática de Ca estimula as células C da glândula tireóide em mamíferos e as glândulas ultimobranquiais em aves (Hays & Swenson, 1996) a secretarem calcitonina, que tem como função reduzir a concentração de Ca diminuindo a reabsorção óssea e aumentando a perda de íons Ca e fosfato na urina (Champe & Harvey, 1996).

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

via fezes, ao mesmo tempo aumenta a excreção de P devido sua ação sobre os ossos liberando íons PO_4^{2-} na circulação.

2.4 - Absorção do cálcio e do fósforo no organismo animal

O Ca e o P da dieta são absorvidos no intestino delgado. A quantidade absorvida é dependente da fonte, proporção e níveis de Ca e de P, pH intestinal, vitamina D, idade das aves, etc. Como a maioria dos nutrientes, quanto maior a necessidade maior é a absorção, isto até determinado nível de ingestão. Esta absorção é facilitada pelo baixo pH, pois este é necessário para a solubilidade destes elementos químicos (Hays & Swenson, 1996).

O transporte de Ca através do epitélio intestinal ocorre por duas vias. Uma rota transcelular ou saturável e uma paracelular ou não saturável (Bronner, 1987). A primeira está sujeita a regulação fisiológica e nutricional, pela vitamina D (Hurwitz et al., 1987) e, ocorre principalmente no duodeno e jejuno superior, já a não saturável é independente de regulação fisiológica ou nutricional, mas pode ser afetada pela concentração, e ocorre ao longo de todo o intestino (Bronner, 1987).

Em se tratando do P, o mesmo é absorvido ao longo do intestino sendo parte dele por processo ativo. O processo de absorção é estimulado pela vitamina D e é dependente de sódio, cuja dependência está relacionada ao seu gradiente e transporte ativo secundário (Rutz, 1994). Porém, Newman & Leeson (1997) citam que a quantidade absorvida é influenciada pela fonte, pH (solubilidade) e níveis de outros minerais (Ca, Fe, Mg e Al), os quais combinam com o fosfato transformando-o numa forma insolúvel.

2.5 - Importância do cálcio e do fósforo no desempenho das aves.

Em aves, dietas deficientes em Ca fazem com que haja mobilização óssea, e este osso se torne poroso, podendo levar a condição de osteoporose. Em poedeiras, durante a produção, esta condição se refere à fadiga da ave engaiolada. Já aves em crescimento a deficiência causa anormalidades no esqueleto, incluindo raquitismo, discondroplasia, artrites, etc.

Keshavarz & Nakajima (1993) não observaram em poedeiras reduções da capacidade das aves em absorver ou reter Ca, ou utilizar Ca do osso para formação da casca. Elaroussi et al. (1994) encontraram que em poedeiras em produção, o aumento da demanda de Ca é acompanhado por aumento da absorção intestinal e diminuição da excreção renal, ao mesmo tempo em que, maior concentração de Ca disponível no trato digestivo durante o período de formação da casca conduziria a uma mobilização diminuída de reserva de Ca do osso (Farmer et al., 1986).

2.6 - Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo para codornas na fase de produção.

O requerimento nutricional de Ca das poedeiras é dependente principalmente da taxa de produção, do tamanho do ovo e da absorção de Ca da dieta. O ovo fica maior na medida em que as aves ficam mais velhas, enquanto a deposição do Ca na casca, por superfície de área, tende a se manter constante, ou até mesmo diminuir, devido a menor absorção desse mineral. Isso ocorre, conforme os níveis dietéticos desses minerais, ao longo da vida produtiva da poedeira. Entretanto, isso não significa que não devemos aumentar os níveis de inclusão desse mineral na dieta no final do ciclo produtivo. É importante frisar que, é a eficiência na absorção intestinal do Ca que diminui e não exatamente a sua utilização pelo organismo. Somado a isso, há evidências sobre a menor eficiência na remodelagem óssea nessa fase, o que nos indica a necessidade do aumento do Ca na dieta para minimizar ao máximo a utilização do Ca, proveniente do tecido ósseo, na mineralização da casca. De acordo com Ito, (1998), quanto maior a dependência de Ca do esqueleto menor a quantidade de Ca depositada na casca, resultando em ovos com casca fina e pouco resistentes à quebra.

Falando-se exclusivamente do P, o mesmo possui fontes que representam uma grande parcela dos custos de uma ração. Assim, resultados produtivos e econômicos satisfatórios podem ser obtidos quando os níveis adequados de P nas rações são adotados e a fração disponível nos alimentos é

precisamente determinada. Para este fim, o estabelecimento adequado das exigências nutricionais em P, a determinação da biodisponibilidade e a maximização da utilização do P dos alimentos são necessários.

Segundo Rostagno & Silva (1998), no processo de estabelecimento de exigências nutricionais de P para aves, alguns critérios têm sido adotados nos vários trabalhos publicados no Brasil e no exterior. Na maior parte dos estudos, realizam-se ensaios de produção em que são utilizadas rações basais deficientes em P e formuladas à base de milho e farelo de soja. Os níveis de P a serem estudados são obtidos pela suplementação de fosfato bicálcico em substituição ao calcário e ao inerte (areia ou caulim) das rações, mantendo-se os níveis de Ca constantes. Os demais níveis nutricionais mínimos são atendidos segundo as recomendações das tabelas brasileiras.

Segundo Shrivastav & Panda (1999), as recomendações de Ca e de Pd para codornas de postura até a 2ª semana de vida seriam; 0,8% de Ca e 0,3% de Pd, as de 3 a 5 semanas de vida se equivaleriam a 0,6% de Ca e 0,3% de Pd e as com mais de 6 semanas de vida supririam as suas necessidades nutricionais com 3,0% de Ca e 0,45% de Pd. Entretanto, Reddy et al. (1980) estimaram as exigências de Pd para codornas em crescimento em 0,20%. Na fase de produção Yakout (2004) sugeriu 0,35 a 0,40% de Pd e até 3,0% de Ca. Sultana et al. (2007) e Kandam et al. (2006) também estimaram a exigência de Ca de 3,0% para codornas japonesas na fase de postura.

Na produção de ovos, é de fundamental importância verificar os níveis de Ca e P que devem ser utilizados nas dietas, pois estão diretamente ligados à qualidade do ovo. O Ca para as aves adultas é usado para a formação da casca, porém um excesso na dieta interfere na disponibilidade de outros minerais, tais como, fósforo, magnésio, manganês e zinco.

O nível dietético de P pode alterar não somente a produção de ovos, mas também a qualidade da casca, e muitas vezes o nível de P que proporciona melhor qualidade de casca pode não ser o mesmo que proporciona melhor produção de ovos (Vandepopuliere & Lyons; 1992, Costa et al. 2007).

Para codornas em reprodução, Nelson et al. (1964) obtiveram pico de produção de ovos de 90% e boa eclodibilidade em aves alimentadas com dietas contendo 2,5 a 3,0% de Ca e 0,8% de P. Por outro lado, Andujar et al. (1977) alimentando codornas com dietas contendo 2,56 e 3,24% de Ca e 1,21 e 0,72% de P para fornecer relações de Ca:P de 2:1 e 4,5:1, verificaram aumento na retenção e na quantidade absoluta de Ca utilizado. Na dieta com relação 2:1, a utilização e retenção de P aumentaram.

Em outro experimento, uma dieta sem a suplementação de Ca ou vitamina D₃, causou redução na ingestão de alimento sem influenciar no peso corporal das codornas, contudo, a produção de ovos foi reduzida de 74% para 10% e 20% na deficiência de Ca e Vit.D, respectivamente. Essas deficiências causaram redução no peso do ovo, na espessura da casca, nas cinzas da tíbia, mas não alteraram os pesos do ovário e do oviduto (Vohra et al., 1979).

Em codornas poedeiras, Shrivastav & Panda (1986) obtiveram melhor produção de ovos, peso do ovo e conversão alimentar em aves alimentadas com dietas com 3,0% de Ca e 0,76% de Pt. As codornas em postura parecem ser mais sensíveis a altos níveis de Ca na dieta, sendo observado decréscimo na produção e no peso dos ovos quando incluso na dieta 3,7% de Ca.

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

Estudando diferentes níveis de Ca e P total para codornas, Shrivastav et al. (1989) concluíram que o nível de 2,8% de Ca e 0,70% de Pt, proporcionou os melhores resultados de desempenho produtivo e de qualidade da casca.

Segundo Pedroso et al. (1999) as exigências de Ca e Pd, determinadas para codornas em postura, a partir de 42 dias, foram de 2,5 e 0,25%

respectivamente. Entretanto, para melhor gravidade específica dos ovos foi necessário 3,5% de Ca e 0,45% de Pd. Níveis inferiores a estes foram determinados por Garcia et al. (2000), onde o melhor desempenho produtivo, a melhor qualidade de casca e a maior resistência à quebra da tibia, ocorreram com os níveis de 2,5% de Ca e 0,36% de Pd.

Costa et al. (2007) relata que, dietas contendo 2,5% de Ca e 0,31% de Pd são suficientes para proporcionar bom desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos e do status nutricional do tecido ósseo de codornas japonesas durante o período inicial e de pico de produção. Entretanto, nível superior ao de Ca, foi determinado por Brandão et al. (2007), que recomendaram 3,51% de Ca para a otimização dos índices de desempenho de codornas japonesas, sem afetar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos.

2.7 – Participação do cálcio na formação do ovo

Tipicamente o ovo é formado num período de 25 – 26 horas, sendo a maior parte deste tempo gasto na glândula da casca (útero) – cerca de 20 - 21 horas. Dentre as várias funções que o útero executa, a formação do material da casca é a mais importante (principalmente carbonato de cálcio). Esta etapa ocorre durante as horas da noite, em poedeiras comerciais, em algum momento entre 22:00 e 6:00h e durante o decorrer do dia em codornas de postura, uma vez que essas aves produzem a maior porcentagem dos ovos no final da tarde e início da noite, entre 16:00 e 21:00h.

O Ca que se torna parte da casca do ovo tem que ser deslocado continuamente pela absorção intestinal ou pela mobilização de Ca de estoque ósseos (esqueleto). Isto é necessário porque o útero não estoca Ca.

Segundo Scott (1991), a ave é capaz de absorver somente cerca de 1,8g de Ca de uma dieta contendo 3,6% ou mais de Ca como calcário fino. Portanto, baseado neste e em outros trabalhos, uma estimativa de requerimento de Ca é frequentemente estabelecida pelo cálculo do consumo diário de Ca, considerando 60 a 70% de retenção de Ca. No entanto, Williams (2001),

deveria ser entendido que existe aparentemente um mecanismo que regula, de hora em hora, a retenção de Ca na poedeira, fazendo com que taxas diferentes de absorção de Ca possam ocorrer em diferentes momentos do ciclo de formação da casca do ovo. É comumente aceito que a taxa de retenção de Ca possa praticamente dobrar durante o período ativo de formação da casca quando comparada a mesma em períodos cuja casca não está sendo formada.

Quando a ave atinge a maturidade sexual, ocorre aumento no estrógeno circulante. E este aumento resulta na troca da formação do osso, de estrutural para medular e esta contínua reabsorção do osso estrutural pode provocar à fadiga de gaiola, que é conhecida também como osteomalácia. Na maturidade sexual, a massa de osso trabecular ou estrutural é essencialmente fixa e representa a nutrição de Ca até este ponto. Após a maturidade sexual o osso medular passa a ter prioridade para a deposição de Ca e se torna a fonte lábil deste mineral na formação da casca.

Até a maturidade sexual o nível sérico de Ca é bastante fixo. O volume ou densidade de Ca do osso trabecular cai na maturidade sexual, enquanto o volume do osso medular aumenta (Williams, 2001).

2.8 - Efeitos dos níveis de fósforo e de cálcio na dieta sobre as características ósseas das aves.

De maneira geral, na avaliação de características ósseas determinam-se valores de resistência à quebra, conteúdo total de cinzas, conteúdo de P e densidade mineral óssea, utilizando-se como material de análise a tíbia e/ou fêmur.

Inúmeros estudos são realizados objetivando-se estabelecer o melhor nível de P a ser adotado em rações de diferentes espécies animais. E segundo pesquisas, feitas com frangos de corte, realizadas por Rostagno et al. (1988), Abreu (1989), Gomes et al. (1993 e 1994) e Lima (1995), as exigências nutricionais estabelecidas por meio de características ósseas são superiores às obtidas para maximizar o desempenho produtivo. O mesmo foi observado por Costa et al. (2007) para aves de postura, ao determinar as exigências

nutricionais de codornas japonesas (61- 145 dias de idade) na fase inicial de produção.

Zoollitsch et al. (1996) citam que a absorção de Ca ósseo para atender as necessidades metabólicas é um processo normal, e que a perda óssea de Ca somente comprometerá a resistência quando houver deficiência prolongada. Esses mesmos autores observam também que, a resistência e as cinzas do tecido ósseo podem ser melhoradas por uma manipulação do Ca dietético. Entretanto, Huyghebaert & Degroote (1988) observaram que nem sempre a porcentagem de cinzas nos ossos está positivamente relacionada com a resistência à quebra.

Em rações com maiores níveis de cálcio, maior quantidade deste mineral seria absorvido, entretanto a eficiência de absorção é menor. Isso aumentaria a disponibilidade de Ca no trato digestivo, fazendo com que durante o período de formação da casca, houvesse menor mobilização da reserva desse mineral no tecido ósseo (Farmer et al., 1986).

Zoollitsch et al. (1996) citam que a quantidade de cinza óssea é um critério melhor do que porcentagem de cinza óssea, na determinação da fragilidade óssea.

Costa et al. (2007) trabalhando com níveis combinados de Ca e Pd para codornas japonesas (61-145 dias de vida), encontraram interação significativa ao analisarem características ósseas. Segundo os autores, as concentrações de Ca nos ossos foram influenciadas de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de Pd apenas no menor nível de Ca (2,5%), indicando que o nível de 0,46% de Pd na dieta proporcionou maior porcentagem de Ca no tecido ósseo. Tais pesquisadores também encontraram efeito da interação ($P < 0,01$) sobre a porcentagem de P nos ossos. Neste caso, as concentrações de P nos ossos foram influenciadas pelos níveis de Pd, tanto no nível (2,5%) como no nível (3,2%). Quando se utilizou dieta com 3,2% de Ca, o efeito foi quadrático ($P < 0,01$), indicando que o nível de 0,32% de Pd minimizou o teor de P nos ossos.

Garcia et al. (2000) testaram quatro níveis de Pd (0,27 a 0,42%)

combinados a quatro níveis de Ca (2,5 a 4,0%) em dietas para codornas e observaram que a porcentagem de Ca nos ossos não foi influenciada pelos níveis de Ca e P na ração, o mesmo foi observado por Abdallah et al. (1993) e Keshavarz & Nakajima (1993).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; HUSSEINY, O. Performance of laying eggs whit heavy or light shell weight when fed diets whit different calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v.72, n.10, p.1881-1891, 1993.

ABREU, R.D. **Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves**. 142p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Mg – 1989.

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

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

ATTEH, J. O., LEESON, S. Influence of increasing dietary calcium and magnesium levels on performance, mineral metabolism and egg mineral content of laying hens. **Poultry Science**, v. 62, p. 1261 – 1268, 1983.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Ed. Faepe, Impr. Univ., UFLA, 1998, 273 P.

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**, v.29, n.1, p.17-21, 2007.

BRANDÃO, S.S., REIS, J.C., SANTOS, M.V.F. Efeito de níveis de energia e proteína sobre o peso corporal de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) das linhagens branca e pintada, na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa, PB., **Anais...** João Pessoa: SBZ, p. 350, 1991.

BRONNER, F. Intestinal Calcium Absorption: Mechanisms and Applications. **Journal Nutrition**, v. 117, p. 1347 – 1352, 1987.

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

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.; 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, p.2037-2046, 2007 (supl.).

ELAROUSSI, M. A.; FORTE, L. R.; EBER, S. L. et al. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. **Poultry Science**, v.73, n., 1581 – 1589, 1994.

FARMER, M., ROLAND SR., D. A., CLARK, A. J. Influence of dietary calcium on bone calcium utilization. **Poultry Science**, v.65, p.337 – 344, 1986.

FROST, T J., ROLAND, D. A. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak

production. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 963-969, 1991.

FROST, T J.; ROLAND, SR, D. A. Barnes, D.G., et al. The effect of sodium zeolite and cholecalciferol on plasma levels of 1,25 dihydroxy cholecalciferol, total calcium, ionized, and phosphorus in commercial leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n. 5, p. 886 – 893, 1992.

GARCIA. J., MURAKAMI, A.E., FURLAN. A .C., MARTINS, E.N., MOREIRA. I., SCAPINELLO, C. 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., GOMES, M.F.M., Albino, L.F.T. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte na fase de crescimento e terminação. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.23, n.4, p.615-622, 1994.

GOMES, P.C., GOMES, M.F.M., Lima, G.J.M.M., Bellaver, C. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcico para frangos de corte até 21 dias de idade. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.22, n.5, p.755-63,1993.

GRANNER, D.K. Hormônios que Regulam o Metabolismo do Cálcio – Harper: Bioquímica. Editado por MURRAY et al. Atheneu Editora São Paulo. 1990.p. 509 – 518.

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

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

HURWITZ, S., FISHMAN, S., TALPAZ, H. Calcium Dynamics: A Model System Approach. **Journal Nutrition**, v.117, p.791 – 796, 1987.

HUYGHEBAERT, G., DEGROOTE, G. Effect of dietary fluoride on performance and bone characteristics of broiler and the influence of drying and deffating on bone breaking strength. **Poultry Science**, v.67, p.950 – 955, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, Sistema IBGE de recuperação Automática. Disponível em < [http:// www. Ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/) > Acesso em 05 de junho , 2009.

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

KADAM, M.M.; MANDAL, A.B.; ELANGO VAN, A.V. et al. Response of laying Japanese quail to dietary calcium levels at two levels of energy. **Journal of Poultry Science**, v.43, p.351-356, 2006.

KESHAVARZ, K., McCORMICK, C. C. Effect of sodium aluminosilicate, oystershell, and their combinations on acid-base balance and egg shell quality: **Poultry Science**, Champaign, v.70, n. 2, p.313 – 325, 1991.

KESHAVARZ, K., NAKAJIMA, S. Re-evaluation of phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v.72, p.114 -153, 1993.

LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte**. 121p. Dissertação

(Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Mg - 1995.

McDOWELL, L. R. Calcium and Phosphorus – Minerals in Animal and Human Nutrition. Academy Press Inc. San Diego – California. 1992. p.26 –77.

MURAKAMI, A. E. Novas tecnologias no sistema de criação de codornas. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (CLANA), Campinas – SP, 2006. **Anais ...** Campinas – SP, CLANA, 2006.

NELSON, T.S., Walker, A.C. The biological evaluation of phosphorus compounds. **Poultry Science**, v.43, p.94-98, 1964.

NEWMAN, S., LEESON, S. Skeletal Integrity in Layers at the Completion of Egg Production. **World's Poultry Science Journal**, v. 53, n.3, p.265 – 277, 1997.

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

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

RAO, S. K., ROLAND, SR. D. A. Influence of dietary calcium and phosphorus on urinary calcium in commercial leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.11, p.1991 – 1997, 1990.

REDDY, V. R.; SHRIVASTAV, A.K.; SADAGOPAN, V.R. Calcium and phosphorus requirements of growing Japanese quail. **British Poultry Science**,

v.21, p.385-387, 1980.

ROLAND, SR. D.A. ; BARNES, D.G., LAURENT, S.M. Influence of sodium aluminosilicate, hydroxy-sodalite, carnegielite, aluminum sulfate, and aluminum phosphate on performance of commercial leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.4, p.805 – 811, 1991.

ROLAND, SR. D.A. The relationship of dietary phosphorus and sodium aluminosilicate to the performance of commercial leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.1, p.105 – 112, 1990.

ROSTAGNO, H. S., SAKOMURA, N.K., GOMES, P.C., et al. Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em fosfato de rocha e fosfato parcialmente defluorizado para pintos de corte. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.17, p.249-57, 1988.

ROSTAGNO, H. S., SILVA, M.A. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: **Simpósio internacional sobre nutrição de aves**, Campinas – SP, 1998. Anais... Campinas – SP, CBNA, 1998, p.1-27.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, São Paulo. **Anais....** São Paulo: 1994. p.157.

SCOTT, M.L.; 1991. How can calcium be supplied to high-producing hens? *Feedstuffs* 63 (39:16,18).

SCOTT, M.L.; NESHEIN, M. C. & YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken**. 3º ed. New York: Ithaca, 1982. 562p.

SHRIVASTAV, A.K., PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **World's J. Poultry Science**, v.55, n.1, p.73 – 81, 1999.

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

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

SULTANA, F.; ISLAN, M.S.; HOWLIDER, M.A.R. Effect of dietary calcium sources and levels on egg production and egg quality of Japanese quail. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n. 2, p.131-136, 2007.

SUMMERS, J. D.; GRANDHI, R.; LEESON, S. Calcium and phosphorus requirements of the laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v.55, n.1, p. 402 – 413, 1976.

VANDEPOPULIERE, J.M.S., LYONS, J.J. Effect of inorganic phosphate source and eggshell quality. **Poultry Science**, v.71, n.6, p.1022-1031, 1992.

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

WEDEKIND, K. J., BAKER, D. H. Effect of varying calcium and phosphorus level on manganese utilization. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.7, p.1156 – 1164, 1990.

WEDEKIND, K. J.; TITGEMEYER, E.C.; TWARDOCK, A. R. et al. Phosphorus, but not calcium, affects manganese absorption and turnover in chicks. **Journal Nutrition**, Bethesda, v.121, n.11, p.1776 – 1786, 1991.

WIDEMAN, J. R. R. F.; CLOSSERS, J. A.; ROUSH, W. B., et al. Urolithiasis in pullets and laying hens: role of dietary calcium and phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.12, p.2300 – 2307, 1985.

WILLIAMS, W.P., 2001. Pontos Críticos no Manejo e Nutrição de Poedeiras – Com Especial Atenção à Nutrição de Cálcio e Fósforo. In: **Anais do Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Rações** – Campinas SP – Pág. 61 a 69.

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.

ZOOLLITSCH, W., ZHIQIANG, C., PEGURI, A., et al. Nutrient requirements of laying hens. In ... **Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos**. Editado por HORÁCIO SANTIAGO ROSTAGNO. Viçosa MG 1996. P. 109 – 159.

RESUMO

Foram utilizadas 350 codornas japonesas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*) com 313 dias de idade, durante 84 dias, no período de maio a agosto de 2006. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, constituído de cinco tratamentos (2,2; 2,6; 3,0; 3,4 e 3,8% de Ca), sete repetições e 10 aves por unidade experimental. Ao final do período experimental (84 dias), foram comparados o desempenho (consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar, peso médio dos ovos, variação do peso corporal e viabilidade) e a qualidade do ovo (peso específico, espessura de casca, altura e diâmetro dos ovos, teores de cálcio, fósforo, magnésio e cinzas na casca, pesos e percentagens de casca, albúmen e de gema). O aumento dos níveis de Ca na dieta melhorou linearmente a conversão por massa e por dúzia de ovos e a espessura de casca, e influenciou o peso da gema e o da casca dos ovos analisados, além da percentagem de casca dos ovos. Também se observou redução nos teores de P, Ca e Mg da casca com o aumento dos níveis de Ca da dieta. Para os demais parâmetros avaliados não houve efeito dos níveis de Ca da dieta. Considerando-se que conversão alimentar, tanto por massa como por dúzia de ovos sejam importantes em termos de desempenho e que o nível de 3,8% de Ca na dieta mostrou-se satisfatório em atender as demais variáveis, com exceção do peso de gema e dos teores de P, Ca e Mg na casca, os quais, se mostraram satisfatórios à níveis inferiores a 2,2% de Ca. Conclui-se que a necessidade nutricional de Ca para codornas japonesas, no terço final de postura (45 a 57 semanas de idade), é de no mínimo 3,8% na dieta, correspondendo ao consumo diário de 982 mg de Ca/ ave.

ABSTRACT

It were used 350 female Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at 313 days of age, during 84 days in the period May to August 2006. The experimental design was entirely at random, consisting of five treatments (2.2, 2.6, 3.0, 3.4 and 3.8% Ca), seven replicates and 10 birds per experimental unit. At the end of the trial period (84 days), has compared the performance (ration consumption, egg production, eggs mass, feed conversion, egg weight, change in body weight and viability) and the quality of the egg (specific weight, thickness of shell, height and diameter of eggs, calcium, phosphorus, magnesium and ash in the shell, weight and percentage of shell, albumen and yolk). Increased levels of calcium in the diet linearly improved the conversion for mass and for dozen eggs and the shell thickness, and influenced the yolk weight and the shell weight of the eggs tested, beyond the percentage of shell eggs. It was also observed reduction in levels of P, Ca and Mg of the shell with increasing levels of Ca in the diet. For the other parameters evaluated there was no effect of levels of calcium in the diet. Considering that the alimentary conversion, as much for mass as for dozen of eggs are important in terms of performance and that the level of 3.8% Ca in diet was shown to be satisfactory in meeting the other variables, except the yolk weight and the levels of P, Ca and Mg in the shell, which were satisfactory to below 2.2% of Ca. One concludes that the nutritional need of Ca for Japanese quails in the final third of the posture (45 to 57 weeks of age), is of at least 3.8% in the diet, corresponding to a daily consumption of 982 mg Ca/bird.

CAPÍTULO I

NÍVEIS DE CÁLCIO NA DIETA PARA CODORNAS JAPONESAS DE 45 A 57 SEMANAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se desenvolvendo gradativamente ao longo dos anos. Atualmente, tem se verificado crescente aumento do número de profissionais que atuam nesta área, com a finalidade de se conhecer melhor as características zootécnicas dessas aves.

Dos minerais que normalmente são suplementados em dietas de poedeiras, o Ca requer atenção especial, por participar juntamente com o P de funções metabólicas essenciais no organismo, estando diretamente relacionado com a qualidade da casca dos ovos e do tecido ósseo e muscular. O Ca para as aves adultas é usado para a formação da casca, porém seu excesso na dieta interfere na disponibilidade de outros minerais, tais como o P, Mg, Mn e Zn.

O consumo inadequado de Ca pode ocasionar problemas de anormalidades esqueléticas, queda na postura e má qualidade da casca do ovo com altos índices de quebra. Portanto, a alimentação de aves de postura tem sido alvo de inúmeras pesquisas no sentido de adequar os níveis nutricionais, com o máximo desempenho econômico dessas aves. A respeito da suplementação ideal de Ca, existem ainda controvérsias entre os pesquisadores. Para a formulação de rações para codornas são comumente utilizadas tabelas de exigências nutricionais elaboradas em outros países, tais como as tabelas do AEC (1987) e do NRC (1994). Ao analisar essas tabelas, observa-se que não há uniformidade na determinação dos períodos referidos para as fases inicial e de crescimento e nos níveis nutricionais recomendados para as fases inicial e de produção de ovos (Murakami & Ariki, 1998).

As exigências nutricionais de codornas japonesas são citadas no NRC (1994) sem a precisão, entretanto, do término do período de crescimento, ao

passo que no AEC (1987), há a divisão da fase inicial de criação em períodos de 0 a 3 e de 4 a 7 semanas. Em ambas as tabelas as exigências nutricionais na fase de postura são citadas em apenas uma fase para todo o período de produção. Não obstante, as recomendações de Ca do AEC (1987) são substancialmente mais elevadas que as do NRC (1994). Neste, a exigência nutricional de Ca é de 2,5% para codornas japonesas em postura. Por outro lado, no INRA (1999), as recomendações citadas ficam entre 3,0 a 3,4% de Ca, dependendo do nível de energia da dieta, para a mesma fase citada anteriormente.

Segundo Shrivastav & Panda (1999), as recomendações de Ca para codornas de postura de 0 a 2 semanas de vida é de 0,8%, de 3 a 5 semanas de vida 0,6% e as com mais de 6 semanas de vida supririam suas necessidades nutricionais com 3,0% de Ca.

Pelo fato de não haver dados produtivos que mostrem até quando é viável a suplementação de Ca e a manutenção do lote de codornas japonesas após o pico de postura; direcionou-se um estudo sobre a exigência nutricional de Ca, no qual se objetivou avaliar os efeitos desse mineral sobre o desempenho e a qualidade dos ovos produzidos por essas aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG.

Foram utilizadas 350 codornas fêmeas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 313 dias de idade (45 semanas de vida), durante 84 dias experimentais.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 47 x 23,5 x 16 cm (comprimento x largura x altura), dispostas em duas baterias com três andares cada. Cada andar era composto de 12 gaiolas, sendo 6 gaiolas posicionadas na frente e 6 atrás, com capacidade para dez aves em cada gaiola, fornecendo uma área de 110,45 cm²/ave. Foram colocadas em cada andar, abaixo das gaiolas, bandejas contendo maravalha para absorver o excesso de umidade das excretas. As bandejas eram limpas duas vezes por semana. O comedouro e o bebedouro eram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada.

Três dias antes do início do período experimental, aos 310 dias de idade, todas as aves foram uniformizadas pela postura e pelo peso corporal.

No início do período experimental, aos 313 dias de idade, as aves apresentavam taxa de postura equivalente a 84,9% ± 3,89% e peso corporal médio de 188,6g ± 2,49g.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, constituído de cinco tratamentos (níveis de Ca na dieta), com sete repetições e 10 aves por unidade experimental. Para isso, foram formuladas 5 dietas experimentais, nas quais variou-se apenas os níveis de inclusão do calcário e do inerte, para os cinco níveis de Ca (2,2; 2,6; 3,0; 3,4 e 3,8%), conforme à Tabela 1.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais das codornas, segundo recomendações preconizadas pelo NRC (1994), exceto para as exigências de metionina + cistina digestível, lisina digestível, treonina

digestível, triptofano digestível e fósforo disponível, que foram baseadas nas recomendações de Pinto et al (2003 a,b), Umigi et al. (2007), Pinheiro et al. (2008) e Costa et al. (2007), respectivamente.

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais (com base na matéria natural)

Ingredientes	Níveis de Cálcio (%)				
	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Milho	47,900	47,900	47,900	47,900	47,900
Farelo de soja (45%)	35,400	35,400	35,400	35,400	35,400
Óleo de soja	5,482	5,482	5,482	5,482	5,482
Calcário	4,753	5,795	6,837	7,878	8,920
Fosfato bicálcico	1,124	1,124	1,124	1,124	1,124
Sal Comum	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
DL-Metionina (99%)	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349
L-Lisina HCl (79%)	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
L-Treonina (98%)	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antibiótico ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁵	4,176	3,134	2,092	1,051	0,009
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lisina total (%)	1,210	1,210	1,210	1,210	1,210
Lisina digestível (%)	1,118	1,118	1,118	1,118	1,118
Metionina + cistina total (%)	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Metionina + cistina dig. (%)	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
Treonina total (%)	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783
Treonina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Triptofano total (%)	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253
Triptofano digestível (%)	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Fibra bruta (%)	2,744	2,744	2,744	2,744	2,744
Cálcio (%)	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
Fósforo total (%)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Sódio (%)	0,157	0,157	0,157	0,157	0,157

¹ Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D₃:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁ :2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g; ²Composição/kg de produto: Mn: 160g, Fe: 100g, Zn: 100g, Cu: 20g, Co: 2g, I: 2g, Veículo q.s.p.: 1000 g; ³Butil-hidróxi-tolueno (99%); ⁴Avilamicina 10% (Surmax 100); ⁵Areia lavada.

A temperatura (°C) e a UR no interior do galpão eram monitoradas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16 horas, por meio de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido, posicionados no centro da construção, na altura que se encontravam os animais nas gaiolas.

O programa de iluminação utilizado correspondia a 17 horas de luz diária, sendo controlado por um relógio automático (timer), que permitia o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

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

1- Consumo de ração

Ao final do período experimental foi feita a divisão da quantidade de ração consumida, em 84 dias, pelo total de aves de cada repetição, expressa em gramas de ração consumida/ ave/ dia, a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o experimento, o consumo médio era descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

2- Produção de ovos ave-dia e ave-alojada

Os ovos eram coletados diariamente às 8:00h. A produção média de ovos durante todo o experimento era obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, sendo expressa em porcentagem sobre o número de aves presentes no decorrer do experimento e, sobre o número de aves alojadas no início do experimento.

3- Produção de ovos viáveis para comercialização

Para determinação do número médio de ovos comercializáveis, durante os 84 dias experimentais, era computado diariamente nesta categoria o número de ovos quebrados, com casca mole e sem casca, determinando-se assim a

perda de ovos de cada unidade experimental (UE). A Produção de ovos viáveis para comercialização foi obtida por meio da seguinte fórmula: $((n^{\circ} \text{ total de ovos viáveis produzidos por UE}) / (n^{\circ} \text{ total de ovos produzidos}) \times 100)$ e a produção de ovos viáveis por ave-dia por: $((\text{tx de postura } (\%) \times \text{total de ovos viáveis}) / (n^{\circ} \text{ total de ovos produzidos}))$.

4- Peso médio dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados, durante o 19, 20, 21, 40, 41, 42, 61, 62, 63, 82, 83 e 84° dias experimentais, em balança com precisão de 0,001g para obtenção do peso médio dos ovos na parcela.

5- Massa de ovos

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos durante todo o período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos no respectivo período. Esta massa total de ovos foi dividida pelo número total de aves/repetição e também pelo número total de dias do experimento, sendo finalmente expressa em gramas de ovo/ ave/ dia.

6- Conversão alimentar

Foi avaliada a conversão por dúzia de ovos, obtida pelo consumo de ração total dividido pela dúzia de ovos produzidos (Kg/dz), e a conversão por massa de ovos (g/g) que foi obtida pelo consumo de ração grama/ave/dia dividido pela massa de ovos produzidos.

7- Variação de peso corporal

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término do experimento, para determinação da mudança do peso médio de cada tratamento e suas respectivas repetições.

8- Viabilidade

O total de aves mortas e debilitadas por alguma razão, presentes em cada unidade experimental, foi anotado diariamente. Esse valor foi subtraído do número total de aves vivas e sadias presentes na respectiva unidade, sendo os valores obtidos convertidos em percentagem no final do experimento.

9- Peso específico dos ovos

O peso específico dos ovos foi determinado pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982). Nos 16, 17, 18, 37, 38, 39, 58, 59, 60, 79, 80 e 81º dias experimentais, todos os ovos íntegros coletados eram imersos e avaliados em 10 soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas, sendo a densidade ou peso específico medido por meio de um densímetro da marca OM-5565. Efetuou-se o somatório dos valores obtidos a cada 21 dias de experimento, e o mesmo posteriormente foi dividido por quatro, obtendo-se assim a média do peso específico de cada unidade experimental.

10- Componentes do ovo

Para quantificação dos componentes dos ovos avaliou-se: o peso da gema, o peso do albúmen, o peso da casca e a percentagem da gema, do albúmen e da casca do ovo. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram coletados durante o 19, 20, 21, 40, 41, 42, 61, 62, 63, 82, 83 e 84º dia experimental de maneira que os mesmos eram escolhidos aleatoriamente dentro do total de ovos de cada unidade experimental. Os ovos foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens, e escolha dos quatro ovos dentro de sua respectiva parcela, os mesmos eram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo era pesada e registrada, e a respectiva casca, lavada e seca ao ar, para posterior obtenção do seu peso. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo e o peso da gema somada ao da casca.

11- Espessura da casca

As espessuras médias da casca, incluindo a membrana, foram obtidas após serem secas e pesadas. Sua determinação era realizada por meio da leitura de três pontos distintos na região equatorial, utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm). As três medidas obtidas em cada casca foram transformadas em um valor médio por parcela.

12- Altura e diâmetro médio do ovo

Todos os ovos produzidos de cada repetição foram coletados durante o 19, 20, 21, 40, 41, 42, 61, 62, 63, 82, 83 e 84^a dia experimental, para quantificação da altura e do diâmetro médio dos mesmos. As leituras eram realizadas na região equatorial e nos dois pólos de cada ovo recolhido, utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm).

13- Percentagem de cálcio, fósforo, magnésio e cinzas na casca do ovo

As cascas dos ovos que foram utilizadas para avaliação da espessura, eram agrupadas durante todo o período experimental, por tratamento e por período, sendo secas em estufa à 105°C e posteriormente moídas, para análise da percentagem de cálcio, fósforo, magnésio e cinzas nas mesmas, segundo metodologia descrita por Silva (1998).

Modelo Estatístico Utilizado para Anova:

Ao final do experimento, o desempenho (consumo de ração, produção, conversão alimentar, peso dos ovos, variação do peso corporal e viabilidade) das aves, e a qualidade do ovo (peso específico, espessura de casca, teor de cálcio na casca, produção de ovos viáveis, peso e percentagem de casca, peso e percentagem de albúmen e peso e percentagem de gema) foi analisado de

acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ik} = \mu + Ca_i + e_{ik};$$

Onde:

Y_{ik} = observação k da unidade experimental nos níveis de cálcio Ca_i ;

μ = constante geral do experimento;

Ca_i = efeito do nível de Ca_i (2,2%, 2,6%, 3,0%, 3,4% e 3,8%);

E_{ik} = erro aleatório associado a cada observação;

Os dados foram analisados, utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (2004). Posteriormente, os efeitos dos níveis de Ca foram estimados por meio de análise de variáveis pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico das aves.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura máxima obtida foi de $23,7 \pm 2,3^\circ\text{C}$ e a mínima de $18,5 \pm 3,1^\circ\text{C}$. A umidade relativa foi de $82,4 \pm 1,8\%$. Considerando-se que a faixa de conforto térmico situa-se entre 18 e 21°C (Murakami & Ariki, 1998), pode-se inferir que as codornas estiveram expostas a condições de estresse por calor durante certo período do dia. Contudo, este fato não indica ter afetado a produtividade das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

O efeito dos níveis de cálcio (Ca) estudados sobre as variáveis de desempenho analisadas estão descritos na tabela 2.

Tabela 2. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio

Item	Nível de Ca (%)					Efeito	CV%
	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8		
Consumo de ração (g)	26,42	26,26	26,03	25,81	25,84	ns	5,51
Ovos ave-dia (%)	76,82	77,90	75,05	77,60	80,20	ns	6,24
Ovos ave-alojada (%)	71,12	73,61	70,17	72,99	76,36	ns	7,23
Peso médio ovo (g)	11,78	11,96	11,85	12,02	11,93	ns	2,70
Massa de ovo (g/ave-dia)	9,06	9,31	8,89	9,32	9,57	ns	6,92
Conversão MO (g/g)	2,93	2,82	2,93	2,78	2,71	P<0,05*	5,89
Conversão DZ (kg/kg)	0,41	0,40	0,42	0,40	0,39	P<0,05*	5,70
Viabilidade (%)	85,71	85,71	82,86	88,57	88,57	ns	12,08
**Variação do peso (g)	2,49	2,95	3,28	- 2,08	- 2,86	ns	-

*Efeito Linear

** (variação do peso corporal das aves) Foi feita análise descritiva dessa variável, pois os dados não seguem distribuição normal

ns - Não-significativo (P>0,05)

CV - Coeficiente de variação

Ao se analisar o consumo de ração, constatou-se que os níveis de Ca não influenciaram esta variável. O mesmo foi constatado por Costa et al. (2007) e Pizzolante et al. (2007). Entretanto, Garcia et al. (2000), que estudando níveis de 2,5 a 4,0% de Ca, observaram que níveis crescentes de Ca provocaram redução linear no consumo de ração. O mesmo foi verificado em experimento conduzido por Junqueira (1993), que observou redução do consumo de ração pelas aves devido ao aumento dos níveis de Ca na dieta. Esse tipo de comportamento pode ser explicado pelo fato de as aves, principalmente poedeiras, apresentarem a regulação do consumo de Ca, da mesma forma que acontece com a regulação da energia e da proteína da dieta.

Os diferentes níveis de Ca testados nas dietas não influenciaram a produção média de ovos por ave-dia. Porém, observou-se que aves que receberam dieta contendo o maior nível de Ca (3,8%), atingiram produção média equivalente a 80,2% de postura entre os 313 aos 397 dias de vida; o que demonstra, em valores absolutos, uma produção de ovos aproximadamente 3,0% superior a obtida pela 2ª maior produção (2,6% de Ca) e 3,4% superior a obtida pela 3ª maior produção (3,4% de Ca). O valor médio da produção do

lote, ou seja, da produção de todas as aves que participaram do experimento, foi equivalente a 77,51%. O mesmo foi constatado por Pizzolante et al. (2007) que, trabalhando com codornas japonesas com 54 semanas de idade, com o intuito de testarem o efeito do horário de fornecimento de rações contendo diferentes níveis de Ca (1,25; 2,50 e 3,75%) sobre o desempenho e a qualidade dos ovos, também não encontraram diferença estatística para a taxa de postura das aves, onde observaram produção média do lote, equivalente a 76,78%.

A produção média de ovos por ave-alojada não sofreu influência dos níveis de Ca da dieta, uma vez que a produção média de ovos por ave-dia não variou significativamente entre os 5 níveis de Ca testados. A viabilidade também não foi influenciada pelos diferentes níveis de Ca avaliados. Porém, pôde-se constatar, em valores absolutos, que os dois maiores níveis de Ca (3,4 e 3,8% de Ca), foram os que proporcionaram maior viabilidade, promovendo uma redução de 3,3% na mortalidade das aves em comparação àquelas que receberam níveis de 2,2 e 2,6% de Ca na dieta e uma redução de 6,9% quando comparadas àquelas que receberam 3,0% de Ca na dieta. Por se tratar de aves que já se encontravam no terço final do ciclo de produção, é importante ressaltar que o equivalente à mortalidade média do lote não ultrapassou 12%, sendo que 4,8% e 1,1% corresponderam, respectivamente, a mortes por prolapso e por imobilizações nas estruturas da gaiola. O percentual restante é referente a eliminações por fraturas nas asas e fraqueza da ave. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Costa et al (2007), que também não encontraram efeito dos níveis de Ca (2,5 e 3,2%) testados sobre as duas variáveis mencionadas anteriormente. Pizzolante et al. (2007) também não encontraram diferença sobre a mortalidade das aves, em decorrência do fracionamento do Ca das rações.

Quando se aumentou os níveis de inclusão de Ca na dieta (2,2 a 3,0%), as aves ganharam em média 2,9g de peso, até o nível de 3,0% de inclusão (variação de peso corporal). Níveis de inclusão superiores a este (3,4 a 3,8% de Ca) promoveram, em média, perdas equivalentes a 2,5 g no peso corporal das aves, quase o valor de ganho obtido pelas aves que receberam níveis

inferiores a estes. Entretanto, o nível (3,8% de Ca), que proporcionou maior perda de peso nas aves, foi o que favoreceu os melhores valores de conversão alimentar, produção de ovos e viabilidade, apesar do menor consumo de ração pelas aves. Talvez seja esse o motivo da redução no peso das aves em 2,86g: maior produtividade aliada ao menor consumo de ração.

O peso médio dos ovos e a massa de ovos não foram influenciados pelos níveis de Ca estudados. O mesmo foi obtido em experimento conduzido por Costa et al (2007), Pedroso et al. (1999), Masukawa et al. (2001) e Pizzolante et al. (2007). No entanto, Garcia et al. (2000) testando níveis de 2,5 a 4,0% de Ca na dieta observaram diminuição linear no peso dos ovos e no consumo de ração conforme aumentaram os níveis de Ca na ração das codornas.

Verificou-se efeito linear decrescente para as aves que consumiam dietas contendo o maior nível de Ca testado (3,8% de Ca), apresentando melhor conversão alimentar por massa de ovos, quando comparada àquelas que receberam menores níveis de Ca durante todo o período experimental. Como não houve efeito significativo no consumo de ração, na produção de ovos e na massa de ovos, pode-se inferir que a conversão por massa de ovos pode ter sido influenciada pelo maior peso de casca e percentagem e espessura de casca (Tabela 3) dos ovos produzidos por aves que receberam o maior nível de Ca na dieta, contribuindo assim, para o aumento do peso dos ovos, que somado a maior produtividade de ovos, favoreceu a obtenção de melhor conversão alimentar.

O resultado obtido, para conversão por massa de ovos, é similar àqueles obtidos por Barreto et al. (2007) e Masukawa et al. (1996), os quais avaliaram diferentes níveis de Ca (1,6 a 3,6% e 2,0 a 3,5%), respectivamente, na dieta de codornas japonesas em fase de postura e observaram que o aumento dos níveis de Ca nas dietas melhorou linearmente a conversão alimentar das aves.

Também, foi observado efeito linear decrescente, ao se estudar a conversão alimentar por dúzia de ovos, indicando que o maior nível testado (3,8% de Ca) foi o que apresentou melhor conversão alimentar. Ao revisar os resultados obtidos por Costa et al. (2007) e Barreto et al. (2007), verifica-se

que ambos pesquisadores não encontraram efeito significativo dos níveis de Ca avaliados sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos.

No presente experimento, em relação à conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos obtida, as aves que receberam dieta contendo os dois níveis mais elevados de Ca (3,4 e 3,8%) reduziram seu consumo de ração em aproximadamente 2,36% e 2,24%, respectivamente, em relação àquelas que receberam o menor nível de Ca testado (2,2% de Ca); mantendo ainda as maiores taxas de postura, o que demonstra a eficiência dessas aves na absorção e no aproveitamento dos nutrientes da dieta.

O efeito dos níveis de Ca estudados sobre as variáveis relacionadas com a qualidade dos ovos analisados está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio

Item	Nível de Ca (%)					Efeito	CV %
	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8		
Ovo viav. comerc. (%)	95,45	96,66	96,21	96,92	97,47	ns	2,19
Ovo viav/ave-dia (%)	73,34	75,24	72,24	75,30	78,14	ns	6,82
Peso específico (g/cm ³)	1,067	1,069	1,071	1,068	1,070	ns	0,33
Peso de casca (g)	0,904	0,850	0,861	0,901	0,916	P<0,05**	4,99
Casca (%)	7,12	6,81	7,05	7,42	7,50	P<0,05*	5,85
Peso de albúmen (g)	7,86	7,75	7,77	7,50	7,57	ns	4,69
Albúmen (%)	61,73	62,17	63,14	61,77	62,04	ns	2,42
Peso de gema (g)	3,97	3,87	3,65	3,75	3,72	P<0,01*	4,25
Gema (%)	31,16	31,02	29,94	30,82	30,46	ns	4,22
Ca na casca (%)	37,19	36,73	36,11	35,11	35,80	P<0,01*	3,22
P na casca (%)	0,316	0,315	0,284	0,287	0,284	P<0,01*	8,18
Mg na casca (%)	0,658	0,636	0,626	0,604	0,610	P<0,01*	4,91
Cinzas na Casca (%)	74,20	74,66	74,09	74,11	73,13	ns	5,79
Espessura casca (mm)	0,188	0,195	0,190	0,191	0,198	P<0,01*	2,59
Altura do ovo (mm)	33,11	33,01	32,73	33,34	32,51	ns	2,20
Diâmetro do ovo (mm)	25,85	25,62	25,63	25,89	25,44	ns	2,16

*Efeito Linear

**Efeito Quadrático

ns – Não-significativo, P>0,05

CV – Coeficiente de variação

O aumento do nível de Ca na dieta não afetou de forma significativa a produção de ovos viáveis. Entretanto, aves que receberam dietas contendo os dois maiores níveis de Ca testados (3,4 e 3,8% de Ca), produziram, em valores absoluto, 1,5% e 2,1% a mais de ovos íntegros (sem trincas e com boa qualidade de casca), em comparação aos que foram produzidos por aves que consumiram o menor nível de Ca avaliado (2,2%). Costa et al. (2007) e Barreto et al. (2007), também não encontraram efeito dos níveis de Ca sobre a produção de ovos viáveis para a comercialização.

O número de ovos produzidos com casca fraca, frágil ou mole pelas aves que receberam 3,8% de Ca na dieta foi de 67,8% do total de ovos inviáveis produzidos por essas mesmas aves; e para aves que receberam o menor nível de Ca (2,2%), esse percentual foi de 73,3%. Entretanto, se somarmos a produção total de ovos inviáveis produzidos pelas aves pertencentes a esses dois tratamentos, iremos notar que, as aves que receberam o nível de 3,8% na dieta contribuíram com 36,3% do total de ovos inviáveis, restando o maior percentual (63,7%) para as aves que receberam o menor nível (2,2% de Ca).

Os níveis de Ca não afetaram o peso específico dos ovos, o peso e a percentagem de albúmen, a percentagem de gema e a altura e o diâmetro médio dos ovos e cinza na casca. No entanto, como se pode observar na Tabela 3, os níveis de Ca, testados nas dietas influenciaram o peso e a percentagem de casca, o peso de gema, e a espessura de casca. Estes resultados estão parcialmente de acordo com Costa et al. (2007), que observaram efeito significativo dos níveis de Ca testados, sobre o peso e a percentagem de casca, o peso específico do ovo, a espessura de casca e a percentagem de Ca na casca.

Barreto et al. (2007), Luz (2002) e Pizzolante et al. (2007) encontraram efeito significativo dos diferentes níveis de Ca sobre o peso específico dos ovos de codornas japonesas.

Houve efeito quadrático para o peso de casca, indicando que o nível de Ca na dieta que minimizou essa variável dos ovos analisados, foi equivalente a 2,9%, conforme demonstrado pela Figura 1.

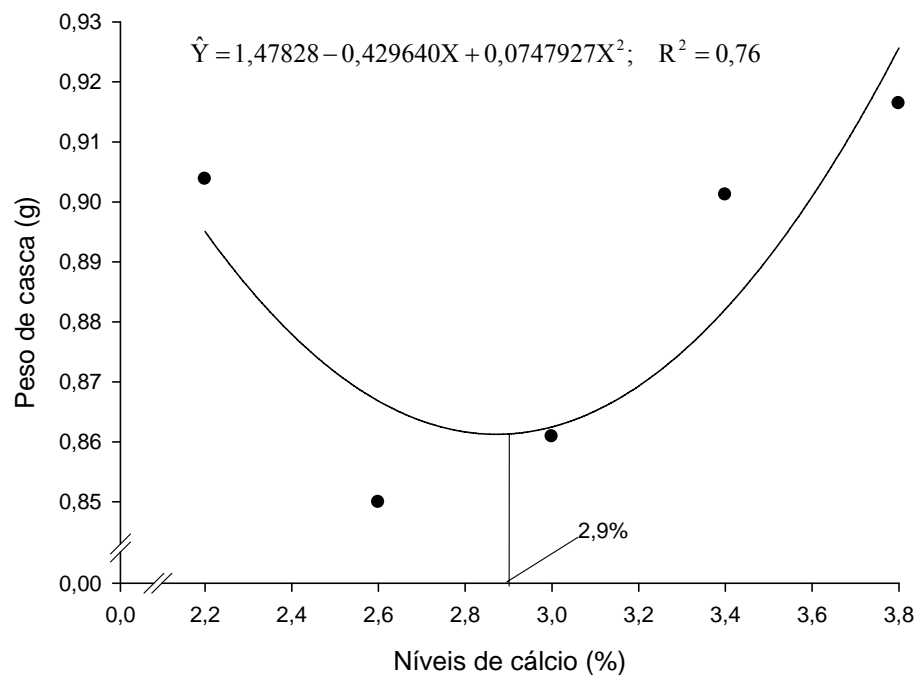


Figura 1. Peso de casca em função dos diferentes níveis de cálcio da dieta.

Observou-se que aves que consumiram ração contendo o maior nível de Ca (3,8%) produziram, em valores absolutos, ovos com maior peso de casca em comparação aos demais tratamentos. Diferentes resultados foram encontrados por Barreto et al. (2007), que relataram, que dietas contendo 3,42% de Ca proporcionaram o maior peso de casca dos ovos analisados.

O aumento do nível de Ca na dieta aumentou, de forma linear, a percentagem de casca e não influenciou significativamente o peso e a percentagem de albúmen dos ovos. Esses resultados estão de acordo com os encontrados em experimento com codornas de postura conduzido por Costa et al. (2007).

A espessura de casca aumentou de forma linear, com o aumento dos níveis de Ca na dieta, o que indica como sendo recomendável, o nível de no mínimo 3,8% de Ca na dieta de codornas japonesas após o pico de postura, o que contribuiu para a redução das perdas, devido às eventuais quebras e trincas nos ovos. No entanto, verificou-se redução linear nas percentagens de

Ca, P e Mg na casca dos ovos com o aumento dos níveis de Ca na dieta. Pode-se inferir que níveis mais baixos de Ca na dieta favorecem maior retenção, em termos percentuais, dos minerais na casca dos ovos, entretanto isso não garante uma melhor e maior resistência à quebra dos ovos, uma vez que o efeito observado para a espessura de casca foi exatamente contrário à deposição dos minerais na casca.

Também é importante ressaltar que aves que receberam os menores níveis de Ca na dieta produziram ovos com menor peso de casca, percentagem e espessura de casca, o que contribui para o menor percentual de Ca, P e Mg encontrado na casca desses ovos. O valor expresso em percentual pode diluir o teor exato dos minerais (g) encontrado na casca dos ovos.

O mesmo foi observado por Costa et al. (2007), que estudando dois níveis (2,5 e 3,2% de Ca) em dietas para codornas japonesas durante o pico de postura, constataram aumento significativo na espessura de casca dos ovos produzidos por essas aves e redução linear na concentração de Ca na casca dos ovos analisados.

Também existe o fato de que, quando o Ca é fornecido em níveis baixos na dieta, há maior produção da proteína ligadora de Ca, aumentando a eficiência de absorção e melhorando o aproveitamento do Ca. No entanto, essa melhora ocorre até determinado nível, a partir do qual a elevação dos teores de Ca reduz a absorção, comprovando que, sob baixa disponibilidade, há maior eficiência de utilização desse mineral (Dell'Isola & Baião, 2001). A prática, de se aumentar o nível de Ca na dieta de aves mais velhas, aliada a muda forçada em poedeiras, tende a suprir a menor produtividade das aves de 2º ciclo de produção (poedeiras comerciais) e de terço final do ciclo de produção (codornas de postura). Além disso, como a espessura da casca aumenta com o aumento da inclusão de Ca na dieta, pode-se inferir que, níveis crescentes desse mineral poderiam contribuir para a produção de cascas mais calcificadas. Isso explicaria a menor produção de ovos inviáveis (Tabela 4), a partir do aumento dos níveis desse mineral na ração.

Houve efeito linear decrescente para o peso da gema dos ovos

analisados. Verificou-se que à medida que se aumentou os níveis de inclusão de Ca na dieta, ocorreu significativa redução no peso da gema, indicando o nível de 2,2% de Ca ou níveis inferiores a este como sendo recomendável, diante das condições estudadas. No entanto, o mesmo não foi observado para a percentagem de gema. Estes resultados concordam em parte, com aqueles obtidos por Costa et al. (2007), que não encontraram efeito dos níveis de Ca da dieta sobre as variáveis mencionadas anteriormente, e em parte, por aqueles obtidos por Brandão et al. (2007), que, ao trabalharem com codornas japonesas de 46 a 130 dias de vida, obtiveram efeito quadrático dos níveis de Ca sobre ambas as variáveis.

Não foi observado efeito dos níveis de Ca testados sobre a altura e o diâmetro médio dos ovos. No entanto, em valores absolutos, dieta contendo 3,4% de Ca foi a que proporcionou maior altura e diâmetro dos ovos produzidos. Esses resultados são semelhantes àqueles apresentados por Costa et al. (2007), que também não observaram efeito dos níveis de Ca sobre a altura e diâmetro do ovos.

Na Tabela 4, são apresentados detalhadamente dados numéricos sobre a perda de ovos.

Tabela 4. Dados numéricos referentes ao possível efeito da ingestão diária de Ca pelas aves sobre a perda de ovos.

Item	Níveis de Ca (%)				
	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8
*Cons. de Ca ave/dia (g)	0,581	0,683	0,781	0,877	0,982
*Total de ovos CF (unid.)	20,00	13,14	14,14	12,43	10,57
*Total de ovos SC (unid.)	7,28	7,71	8,00	6,14	5,00
*Total de ovos DEF (unid.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
*Ovos CF [♦] (%)	76,42	63,66	64,29	61,70	57,73
*Ovos SC [♦] (%)	23,58	36,33	35,71	38,30	36,56
*Ovos DEF [♦] (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	5,71

OBS: CF-(Casca fraca e/ou mole), SC-(Sem casca), DEF-(Deformado);

[♦]Cálculo feito em relação ao número total de ovos inviáveis (CF+SC+DEF);

*Análise descritiva das variáveis, pois os dados não seguem distribuição normal

O nível de 2,2% de Ca proporcionou bom desempenho e boa qualidade dos ovos em quase todas as variáveis analisadas, exceto para conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos e, peso, percentagem e espessura de casca, todos tendo como satisfatório o nível de 3,8% de Ca; com exceção do peso de casca que teve como satisfatório o nível de 2,9% de Ca. Diferentemente, Brandão et al. (2007) recomendam o nível de 3,51% de Ca na dieta para otimizar os índices de desempenho sem afetar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos.

Considerando-se que houve efeito linear decrescente dos níveis de Ca sobre a conversão alimentar, tanto por massa como por dúzia de ovos e que o nível mínimo de 3,8% de Ca na dieta mostrou-se satisfatório em atender as demais variáveis, com exceção do peso de gema, que se mostrou satisfatório a níveis inferiores a 2,2% de Ca, recomenda-se 3,8% de Ca na dieta, o que corresponde a um consumo diário de 982 mg de Ca/ ave.

4. CONCLUSÃO

Dieta contendo no mínimo 3,8% de Ca, correspondendo ao consumo diário de 982mg por ave, melhora a conversão alimentar e a qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção (45 a 57 semanas de idade).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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**, v.29, n.1, p.17-21, 2007.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.; 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, p.2037-2046, 2007 (supl.).

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

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.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Savoy, v.61, p.2022-2039, 1982.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.

JUNQUEIRA, O.M. Avanços recentes nas exigências de fósforo para poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais...** Campinas - SP: FACTA, 1993. p. 161 – 175.

LUZ, L.C.P. **Variação granulométrica do calcário e diferentes níveis de cálcio em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG - 2002.

MASUKAWA, Y.; FERNANDES, E. B. MORAES, V. M. B. et al. Níveis de cálcio da dieta sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de codornas japonesas. **Ars Veterinária**, v.17, n.2, p. 144-148, 2001.

MASUKAWA, Y.; MORAES, V.; M.B.; ARIKI, J. 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, 1996. Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996. p.35.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. Produção de codornas japonesas. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 1998. 79p.

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

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

PINHEIRO, S.R.; BARRETO, S.L.T.; ALBINO, L.F.T.; et al. Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1166-1173, 2003a.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1182-1189, 2003b.

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, n.4, p.677-683, 2007.

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

SHIRIVASTAV, A.K. & PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **World's J. Poultry Science.**, v.55, n.1, p.73 – 81, 1999.

SHIRIVASTAV, A.K., PANDA, B & DARSHAN, N. Calcium and phosphorus requirements of laying japanese quail. Indian **Journal Poultry Science**, v.24, n.1, p. 27-34, 1989.

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

SILVA, D. J. **Análises de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa- M G: Imprensa Universitária, 1998, 166 p.

UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Central de Processamento de Dados (UFV/ CPD). **Manual de Utilização do Programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG: UFV, 2004. 59p.

RESUMO

Foram utilizadas 300 codornas japonesas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*) com 313 dias de idade, durante 84 dias, no período de setembro a novembro de 2006. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, constituído de cinco tratamentos (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55% de Pd), seis repetições e 10 aves por unidade experimental. Ao final do período experimental (84 dias), foram comparados o desempenho (consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar, peso médio dos ovos, variação do peso corporal e viabilidade), a qualidade do ovo (peso específico, altura e diâmetro dos ovos, pesos e percentagens de casca, albúmen e de gema, a produção de ovos viáveis, valores de pH da gema e do albúmen e teores de fósforo, cálcio, magnésio e cinzas na casca), as excretas (valores de pH da excreta e teores de fósforo, cálcio, magnésio e cinzas na excreta) e o status nutricional do tecido ósseo (teores de fósforo, cálcio, magnésio e cinzas na tíbia e o peso e comprimento da tíbia e do fêmur). O aumento dos níveis de Pd na dieta aumentou linearmente o peso da tíbia, a deposição de Ca na tíbia e o teor de Mg na tíbia, entretanto reduziu linearmente a altura dos ovos analisados. Observou-se efeito quadrático para peso específico, peso e percentagem de casca e teor de Ca excretado, sendo os níveis maximizados com 0,43%, 0,41%, 0,42% e 0,34% de Pd, respectivamente. Além dessas variáveis, o teor de Ca na casca do ovo, teor de cinzas e de P excretado e o teor de P na tíbia também apresentaram efeito quadrático, sendo os teores maximizados com dieta contendo 0,27%, 0,30%, 0,43% e 0,42% de Pd, respectivamente. Para os demais parâmetros avaliados não houve efeito significativo dos níveis de Pd da dieta. Considerando-se que os níveis de Pd das dietas não influenciaram nenhuma variável de desempenho, e que a qualidade dos ovos, avaliada pela percentagem de ovos comercializados foi mantida, conclui-se que o nível nutricional de Pd para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção (45 a 57 semanas de idade), corresponde a no máximo 0,15% Pd na dieta, o que equivale a um consumo diário de 38 mg de Pd/ave.

ABSTRACT

It were used 300 female Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) with 313 days of age, during 84 days in the period September at November 2006. The experimental design was entirely at random, consisting of five treatments (0.15, 0.25, 0.35, 0.45 and 0.55% of aP), six replicates and 10 birds per experimental unit. At the end of the trial period (84 days), has compared the performance (ration consumption, egg production, egg mass, feed conversion, egg weight, change in body weight and viability), the quality of the egg (specific weight, height and diameter of eggs, weight and percentage of shell, albumen and yolk, the production of viable eggs, pH values of yolk and albumen and contents of phosphorus, calcium, magnesium and ash in the shell), the excreta (pH values of the excreta and levels of phosphorus, calcium, magnesium and ash in excreta) and nutritional status of bone tissue (levels of phosphorus, calcium, magnesium and ash in the tibia and the weight and length of the tibia and femur). The increased levels of aP in the diet increased linearly the weight of the tibia, the deposition of Ca in the tibia and the content of Mg in the tibia, but decreased linearly the height of analyzed eggs. There was a quadratic effect for specific weight, weight and percentage of shell and content of Ca excreted, being maximized in the levels of 0.43%, 0.41%, 0.42% and 0.34% of aP, respectively. Beyond these variables, the content of Ca in the shell of the egg, ash content and P excreted and P content of the tibia also showed a quadratic effect, being the maximum levels with a diet containing 0.27%, 0.30%, 0.43% and 0.42% of aP, respectively. For the others measured parameters it did not have significant effect of the levels of aP in the diet. Considering that the levels of aP of the diets had not influenced any variable of performance, and that the egg quality, measured by the percentage of eggs sold was maintained, it is concluded that the nutritional level of aP for Japanese quails in the final third production (45 to 57 weeks of age), is at most 0.15% aP in the diet, equivalent to a daily consumption of 38 mg of aP/bird.

CAPÍTULO II

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM DIETAS PARA CODORNAS JAPONESAS DE 45 A 57 SEMANAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) é uma atividade que tem crescido principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Na década de 90, houve grande crescimento na produção, como consequência do consumo de ovos pelas indústrias beneficiadoras, que passaram a consumi-los e fornecê-los para o mercado de ovos processados.

São poucas as informações disponíveis na literatura nacional sobre a nutrição de codornas. Grande parte das pesquisas científicas envolvendo níveis nutricionais e desempenho de codornas refere-se a dados obtidos em outros países onde as linhagens utilizadas, as condições ambientais e o manejo diferem daqueles existentes em nosso país.

Para a formulação de rações para codornas são comumente utilizadas as tabelas do AEC (1987) e do NRC (1994). Ao analisar essas tabelas observa-se que não há uniformidade na determinação dos períodos referidos para as fases inicial e de crescimento e nem ao menos para os níveis nutricionais recomendados para a fase inicial e de produção de ovos.

No NRC (1994) as exigências nutricionais de codornas japonesas são citadas sem precisar, entretanto, o término do período de crescimento, ao passo que no AEC (1987) existe uma divisão da fase inicial de criação em períodos de 0 a 3 e de 4 a 7 semanas. Ambas as tabelas referem-se às exigências nutricionais na fase de produção em apenas uma fase para todo o período de produção. Não obstante, as recomendações de fósforo (P) do AEC são substancialmente mais elevadas que as do NRC (1994), onde a exigência é de 0,35% de fósforo disponível (Pd) para codornas em produção, em dietas com 2.900 kcal de EM/Kg e 20% de proteína bruta. Desta forma, há

necessidade de dados de pesquisas nacionais para que se possa obter maior rendimento produtivo e econômico desta espécie. Os estudos em nutrição são relevantes, pois é justamente sobre o fator alimentação que recai a maior parcela dos significativos ônus de produção. Também é importante ressaltar que, pouco destaque é dado ao P, que é um mineral indispensável na vida das aves, durante a fase de crescimento e de produção, por participar da formação do esqueleto e contribuir para a formação da casca do ovo.

Este trabalho teve como objetivo determinar o nível de Pd na dieta, que proporcione desempenho produtivo, qualidade da casca dos ovos e status nutricional do tecido ósseo satisfatórios de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG.

Foram utilizadas 300 codornas fêmeas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 313 dias de idade (aproximadamente 45 semanas de vida), durante 84 dias de experimento.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 100 x 23 x 20 cm (comprimento x largura x altura), dispostas em três andares, montadas em esquema de escada, fornecendo uma área de 115 cm²/ave. Sobre o piso de cimento, abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha para absorver o excesso de umidade das excretas. O comedouro e o bebedouro eram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, ambos percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro na parte frontal e o bebedouro na parte posterior da gaiola.

Três dias antes do início do período experimental, aos 310 dias de idade, as aves foram uniformizadas pela postura e pelo peso corporal, dentro das condições possíveis de realização, de forma a provocar o menor stresse

possível nas aves. No início do período experimental, aos 313 dias de idade, as aves apresentavam taxa de postura média equivalente a $79\% \pm 5,47\%$ e peso corporal médio de $182,3\text{g} \pm 2,4\text{g}$.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, sendo constituído de cinco tratamentos (cinco níveis de Pd na dieta), com seis repetições e 10 aves por unidade experimental.

Foram formuladas 5 dietas experimentais, nas quais variou-se apenas os níveis de inclusão do calcário, fosfato bicálcico e do inerte, com cinco níveis de Pd (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55) constituindo-se assim os tratamentos experimentais (Tabela 1).

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais das codornas, no terço final do ciclo de produção, seguindo as recomendações preconizadas pelo NRC (1994), exceto para as exigências de metionina + cistina digestíveis, lisina digestível, treonina digestível, triptofano digestível e de Ca, que foram baseadas nas recomendações de Pinto et al. (2003 a,b), Umigi et al. (2007), Pinheiro et al. (2008) e Shrivastav & Panda (1999), respectivamente.

A temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e a UR no interior do galpão eram monitoradas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16 horas, por meio de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido, posicionados no centro da construção, na altura em que os animais se encontravam nas gaiolas.

O programa de iluminação utilizado correspondia a 17 horas de luz diária, sendo controlado por um relógio automático (timer), que permitia o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais (com base na matéria natural)

Ingredientes	Níveis de Fósforo disponível (%)				
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55
Milho	51,140	51,140	51,140	51,140	51,140
Farelo de soja (45%)	34,810	34,810	34,810	34,810	34,810
Óleo de soja	4,387	4,387	4,387	4,387	4,387
Calcário	7,395	7,050	6,705	6,360	6,015
Fosfato bicálcico	0,251	0,791	1,332	1,873	2,413
Sal Comum	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
DL-Metionina (99%)	0,345	0,345	0,345	0,345	0,345
L-Lisina HCl (79%)	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
L-Treonina (98%)	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antibiótico ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁵	0,865	0,670	0,474	0,278	0,083
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lisina total (%)	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Metionina + cistina total (%)	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Metionina + cistina dig. (%)	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
Treonina total (%)	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783
Treonina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Triptofano total (%)	0,252	0,252	0,252	0,252	0,252
Triptofano digestível (%)	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Fibra bruta (%)	2,768	2,768	2,768	2,768	2,768
Cálcio (%)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Fósforo total (%)	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
Fósforo disponível (%)	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150

¹Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D₃:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁:2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g; ²Composição/kg de produto: Mn: 160g, Fe: 100g, Zn: 100g, Cu: 20g, Co: 2g, I: 2g, Veículo q.s.p.: 1000 g; ³Butil-hidróxi-tolueno (99%); ⁴Avilamicina 10% (Surmax 100); ⁵Areia lavada.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros para desempenho, qualidade dos ovos, status nutricional do tecido ósseo e teor mineral nas excretas produzidas pelas aves.

1- Consumo de ração

Ao final do período experimental foi feita a divisão da quantidade de ração consumida, em 84 dias, pelo total de aves de cada repetição, expressa em gramas de ração consumida/ ave/ dia, a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o experimento, o consumo médio era descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

2- Produção de ovos ave-dia e ave-alojada

Os ovos eram coletados diariamente às 8:00h. A produção média de ovos durante todo o experimento era obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os de estrutura irregular, sendo expressa em percentagem sobre o número de aves presentes no decorrer do experimento e, sobre o número de aves alojadas no início do experimento.

3- Produção de ovos comercializáveis

Para determinação do número médio de ovos comercializáveis, durante os 84 dias experimentais, era computado diariamente nesta categoria o número de ovos quebrados, com casca mole e sem casca, determinando-se assim a perda de ovos de cada unidade experimental (UE). A seguir seguem as variáveis com suas respectivas fórmulas de cálculo: Produção de ovos viáveis para comercialização $((n^{\circ} \text{ total de ovos viáveis produzidos por UE}) / (n^{\circ} \text{ total de ovos produzidos}) \times 100)$ e produção de ovos viáveis por ave-dia $((\text{tx de postura (\%)} \times \text{total de ovos viáveis}) / (n^{\circ} \text{ total de ovos produzidos}))$.

4- Peso médio dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados, durante o 19, 20, 21, 40, 41, 42, 61, 62, 63, 82, 83 e 84^a dias experimentais, em balança com precisão de 0,001g para obtenção do peso médio dos ovos na parcela.

5- Massa de ovos

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos durante todo o período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos no respectivo período. Esta massa total de ovos foi dividida pelo número total de aves/repetição e também pelo número total de dias do experimento, sendo finalmente expressa em gramas de ovo/ ave/ dia.

6- Conversão alimentar

Foi avaliada a conversão por dúzia de ovos, obtida pelo consumo de ração total dividido pela dúzia de ovos produzidos (Kg/dz), e a conversão por massa de ovos (g/g) que foi obtida pelo consumo de ração grama/ave/dia dividido pela massa de ovos produzidos.

7- Variação do peso corporal

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término do experimento, para determinação da mudança do peso médio de cada unidade experimental.

8- Viabilidade

O total de aves mortas e debilitadas por alguma razão, presentes em cada unidade experimental, foi anotado diariamente. Esse valor foi subtraído do número total de aves vivas e sadias presentes na respectiva unidade, sendo os valores obtidos convertidos em percentagem no final do experimento.

9- Peso específico dos ovos

O peso específico dos ovos foi determinado pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982). Nos 16, 17, 18, 37, 38, 39, 58, 59, 60, 79, 80 e 81º dias experimentais, todos os ovos íntegros coletados eram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas, sendo a densidade ou peso específico medido por meio de um densímetro. Efetuou-se o somatório dos valores obtidos a cada 21 dias de experimento, e o

mesmo posteriormente foi dividido por quatro, obtendo-se assim a média do peso específico de cada unidade experimental.

10- Componentes do ovo

Para quantificação dos componentes dos ovos avaliou-se: o peso da gema, o peso do albúmen, o peso da casca e a percentagem da gema, do albúmen e da casca. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram coletados durante o 19, 20, 21, 40, 41, 42, 61, 62, 63, 82, 83 e 84º dia experimental de maneira que os mesmos eram escolhidos aleatoriamente dentro do total de ovos de cada unidade experimental. Os ovos foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens, e escolha dos quatro ovos dentro de sua respectiva parcela, os mesmos eram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo era pesada e registrada, e a respectiva casca, lavada e seca ao ar, para posterior obtenção do seu peso. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo e o peso da gema somada ao da casca.

11- Altura e diâmetro médio do ovo

Todos os ovos produzidos de cada repetição foram coletados durante o 19, 20, 21, 40, 41, 42, 61, 62, 63, 82, 83 e 84ª dia experimental, para quantificação da altura e do diâmetro médio dos mesmos. As leituras eram realizadas na região equatorial e nos dois pólos de cada ovo recolhido, utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm).

12- Teores de fósforo, cálcio, magnésio e cinzas na excreta

Ao final do experimento, todas as aves de cada unidade experimental foram pesadas e dentro de cada parcela, foram escolhidas 4 aves com peso corporal o mais próximo do peso médio de sua unidade experimental, dando-se início ao ensaio de metabolismo, que teve duração de oito dias, sendo quatro dias para adaptação das aves às novas condições das instalações e

quatro dias para coleta total das excretas, mensuração do consumo, avaliação da taxa de postura e coleta e secagem da casca dos ovos. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento e quatro aves por unidade experimental, utilizando-se as mesmas dietas experimentais (Tabela 1).

Durante os oito dias de experimento, as aves receberam ração e água à vontade. A coleta total das excretas iniciou-se após o período de adaptação e, era realizada duas vezes ao dia, às 8 e às 17 hs, para evitar fermentação. As bandejas foram encapadas com plástico para facilitar a coleta e evitar perdas do material excretado.

Ao final de cada coleta as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, previamente identificados e colocadas em freezer até o final do ensaio de metabolismo. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas de cada repetição para pré-secagem e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por um período de 72 horas. As amostras de excretas foram então, moídas e submetidas às análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), Ca, P e magnésio (Mg), segundo as metodologias descritas por Silva (1998).

Ao término do ensaio de metabolismo, determinou-se o consumo de ração e a quantidade total excretada.

13- Teores de fósforo, cálcio, magnésio e cinzas na tíbia

Ao final do ensaio de metabolismo, todas as aves foram abatidas (120 aves no total), correspondendo a quatro aves por unidade experimental, para se determinar o conteúdo de P, Ca, Mg e cinzas nas tíbias.

O método de abate foi por meio de deslocamento cervical. Posteriormente, retirou-se as tíbias e os fêmur, direitos e esquerdos, para as análises químicas. Foram utilizadas como padrão, as tíbias direita e esquerda, sendo o fêmur armazenado em freezer, de forma a se ter uma contra amostra no caso de necessidade.

Os ossos foram identificados por tratamento e repetição e

posteriormente pré-desengordurados e colocados em estufa de ventilação forçada durante 72 horas. Posteriormente, foram triturados em moinho de bola e para procedimentos de análises laboratoriais, conforme metodologia descrita por Silva (1998). Da solução mineral, obtida por via úmida, determinou-se o P pelo método colorimétrico e o Ca e o Mg pelo método de absorção atômica.

14- Teores de fósforo, cálcio, magnésio e cinzas na casca do ovo

Durante os 4 dias do ensaio de metabolismo, todos os ovos de cada unidade experimental foram coletados diariamente, cortados com estilete, e realizou-se posteriormente a separação da gema, do albúmem e da casca. As amostras das cascas dos ovos, após serem secas em estufa à 105°C, foram então, moídas e submetidas às análises de MS, MM, Ca, P e Mg, segundo as metodologias descritas por Silva (1998).

15- Valores de peso e comprimento da tíbia e do fêmur

Após o abate das aves, realizou-se a separação da tíbia e do fêmur esquerdo e direito. Posteriormente, os ossos foram limpos, secos e pesados in natura em balança analítica de precisão. O comprimento dos ossos, tanto da tíbia como do fêmur foram mensurados por paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm).

16- Valores de pH da gema, do albúmem e da excreta

A gema e o albúmem foram separados e acondicionados em recipientes plásticos, e posteriormente armazenados em freezer.

Para a quantificação do pH das amostras, utilizou-se um pHmetro. Realizou-se pesagem em balança analítica de parte de cada amostra, as quais foram diluídas em copinhos plásticos contendo água de igual volume e posteriormente, os mesmos foram colocados em uma mesa agitadora horizontal para correta homogeneização. Somente após todo esse procedimento, realizou-se a mensuração do pH de cada amostra experimental.

No caso das excretas, estas foram secas em estufa a 105°C e

posteriormente moídas em moinho de bola.

Modelo Estatístico Utilizado para Anova:

Os dados foram analisados de acordo com um delineamento utilizado, seguindo o modelo estatístico:

$$Y_{ik} = \mu + Pd_i + e_{ik};$$

Onde:

Y_{ik} = observação k da unidade experimental nos níveis de fósforo Pd_i ;

μ = constante geral do experimento;

Pd_i = efeito do nível de Pd_i (0,15%, 0,25%, 0,35%, 0,45% e 0,55%);

E_{ik} = erro aleatório associado a cada observação;

Utilizou-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (2004). Posteriormente, os efeitos dos níveis de Pd foram estimados por meio de análise de variáveis pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico das aves.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura máxima obtida foi de $25,5 \pm 2,3^\circ\text{C}$ e a mínima de $18,5 \pm 3,1^\circ\text{C}$. A umidade relativa foi de $78,6 \pm 1,8\%$. Considerando-se que a faixa de conforto térmico situa-se entre 18 e 21°C (Murakami & Ariki, 1998), pode-se inferir que as codornas estiveram expostas a condições de estresse por calor durante certo período do dia. Contudo, este fato não indica ter afetado a produtividade das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

O efeito dos níveis de fósforo disponível (Pd) estudados sobre as variáveis de desempenho analisadas estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas com diferentes níveis de P disponível

Item	Nível de P disponível (%)					Efeito	CV%
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55		
Consumo de ração (g)	25,42	28,10	26,02	25,38	26,61	ns	7,10
Ovos ave-dia (%)	81,02	82,18	81,86	79,81	82,16	ns	11,11
Ovos ave-alojada (%)	76,90	71,45	75,26	75,58	74,90	ns	8,93
Peso do ovo (g)	12,07	12,29	12,19	11,93	12,22	ns	2,87
Massa de ovos (g)	9,76	10,07	9,96	9,51	10,05	ns	10,29
Conversão MO (g)	2,62	2,82	2,63	2,67	2,67	ns	9,34
Conversão DZ (kg)	0,395	0,395	0,397	0,393	0,412	ns	9,35
Viabilidade (%)	91,67	80,00	90,00	91,67	88,33	ns	8,01
*Variação do peso (g)	11,15	10,03	13,90	8,23	10,32	ns	-

ns = Não-significativo ($P > 0,05$)

CV - Coeficiente de variação

*Análise descritiva dessa variável, pois os dados não seguem distribuição normal

Os níveis de Pd testados não influenciaram nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas.

Seria conveniente ressaltar, a necessidade das codornas em regularem o seu consumo quanto à ingestão do Pd dietético frente à relação desse mineral com o nível de Ca utilizado e a produção de ovos. Em experimento conduzido por Costa et al. (2007), observou-se que aves que receberam dietas formuladas com o menor nível de Pd (0,15%), consumiram mais ração, porém sem diferença entre os tratamentos. Entretanto, neste experimento, o maior consumo se deu por aves que receberam 0,25% de Pd na dieta. Pedroso et al. (1999) também não encontraram diferenças no consumo de ração. Entretanto, Garcia et al. (2000), estudando níveis de 0,27 a 0,42% de Pd na dieta, observaram que o aumento dos níveis de Pd apresentou maior consumo, no nível de 0,36% de Pd.

Costa et al. (2007) e Pedroso et al. (1999), também não encontraram efeito significativo dos níveis de Pd da dieta sobre a produção de ovos/ave/dia, ao avaliarem, respectivamente, dietas contendo 0,15 a 0,55% e 0,25 a 0,85%

de Pd para codornas japonesas. No entanto, Garcia et al. (2000) observaram que o nível de 0,36% de Pd proporcionou aumento na produção de ovos. Shirivastav & Panda (1999) determinaram que o nível de 0,45% de Pd proporcionou maior taxa de postura às aves. O que se percebe, é uma discrepância entre os resultados, sendo necessário avaliar a real relação dos níveis de Ca e Pd estudados e o período produtivo avaliado, o que refletirá a idade das aves e a sua eficiência na absorção e disponibilização de tais minerais para a formação da casca e remodelação do tecido ósseo.

Quanto à viabilidade das aves e a produção média de ovos por ave alojada, não houve influência dos níveis de Pd sobre essas variáveis; o que está de acordo aos achados por Costa et al. (2007). Segundo esses mesmos autores, a mortalidade acumulada durante todo o experimento (84 dias) correspondeu a 2,86% (0,24% por semana). Porém, neste experimento, a mortalidade atingiu 11,7% (0,97% por semana), isso em decorrência do avanço da idade das aves. Dessa forma, é notório saber, que em granjas comerciais a mortalidade semanal de codornas japonesas é correspondente a 0,58% (Murakami et al.(1998)).

Não houve influência dos níveis de Pd sobre o peso médio dos ovos, porém o nível de 0,25% de Pd favoreceu às aves produzirem ovos de maior peso quando comparados aos ovos produzidos pelas aves dos demais tratamentos. Este achado corrobora com aquele obtido por Costa et al. (2007), que citam que os níveis de Pd variando de 0,15 a 0,55% na ração de codornas japonesas na fase inicial de postura, também não influenciaram o peso médio dos ovos. O mesmo foi encontrado por Pedroso et al. (1999), que ao utilizarem níveis variando de 0,25% a 0,85% de Pd na dieta das codornas, não verificaram influência significativa do Pd sobre o peso médio dos ovos. Dessa forma, considerando estes dois trabalhos, pode-se inferir que o intervalo de 0,15% até 0,85% de Pd não exercem influência significativa sobre o peso dos ovos, o que demonstra que a variável em questão é muito pouco influenciada pelo P da dieta para sua maximização ou minimização.

Não houve diferença entre os níveis de Pd para massa de ovos e

conversão por massa de ovos. O mesmo foi observado por Costa et al. (2007) que não encontraram influência dos níveis de Pd da dieta sobre a massa de ovos e a conversão alimentar por massa de ovos em codornas japonesas. Diferentemente dos resultados encontrados acima, Garcia et al. (2000), relatam, que o nível de 0,36% Pd é suficiente para otimizar a conversão alimentar (kg/kg).

A variável conversão por dúzia não foi influenciada pelos níveis de Pd avaliados. Diferentemente, Costa et al. (2007), observaram efeito significativo dos níveis de Pd sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos, em codornas japonesas, onde 0,55% de Pd foi o nível que proporcionou a melhor conversão. Também, Garcia et al. (2000), observaram melhoria linear na conversão alimentar (kg/dz) com o aumento dos níveis de Pd da dieta.

Apesar da não influência do Pd sobre a variação do peso corporal das aves, é necessário relatar que o nível que maximizou esta variável foi o de 0,35% e o nível que minimizou foi o de 0,45% Pd na dieta, sendo 19,8% superior e 26,2% inferior, respectivamente, à variação obtida pelas aves que receberam dieta contendo 0,15% de Pd.

O efeito dos níveis de fósforo disponível (Pd) estudados sobre as variáveis relacionadas às características dos ovos analisados está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas com diferentes níveis de fósforo disponível

Item	Nível de P disponível (%)					Efeito	CV%
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55		
Ovo viav. comerc. (%)	95,77	96,12	96,62	96,26	96,92	ns	2,30
Ovo viav/ave-dia (%)	73,34	75,24	72,24	75,30	78,14	ns	6,82
Peso específico (g/cm ³)	1,0671	1,0685	1,0654	1,0685	1,0690	P<0,05**	0,10
Peso de casca (g)	0,907	0,947	0,962	0,943	0,951	P<0,05**	2,73
Casca (%)	7,43	7,67	7,77	7,68	7,73	P<0,05**	2,25
Peso de albúmen (g)	7,61	7,65	7,59	7,59	7,63	ns	2,84
Albúmen (%)	62,33	61,96	61,66	61,56	61,84	ns	1,13
Peso de gema (g)	3,69	3,75	3,79	3,75	3,76	ns	2,10
Gema (%)	30,24	30,38	30,57	30,42	30,54	ns	1,90
Ca na casca (%)	34,26	35,06	35,54	32,44	30,51	P<0,01**	4,78
P na casca (%)	0,299	0,320	0,296	0,310	0,296	ns	6,26
Mg na casca (%)	0,617	0,611	0,605	0,596	0,609	ns	6,96
Cinzas na Casca (%)	88,11	89,21	89,43	87,56	87,87	ns	1,52
Altura do ovo (mm)	33,01	32,98	32,87	32,66	32,71	P<0,05*	1,03
Diâmetro do ovo (mm)	25,77	26,01	25,85	25,58	25,21	ns	1,07

*Efeito Linear

**Efeito Quadrático

ns – Não-significativo, P>0,05

CV - Coeficiente de variação

Os níveis de Pd não influenciaram a produção de ovos viáveis para comercialização e viáveis ave-dia. Entretanto, se verifica melhoria da qualidade dos ovos, com efeito quadrático, observando-se maximização, respectivamente, do peso específico, peso de casca, percentagem de casca e teor de Ca na casca dos ovos para os níveis de 0,43; 0,41; 0,42 e 0,27% de Pd da dieta (Figuras 1,2,3 e 4).

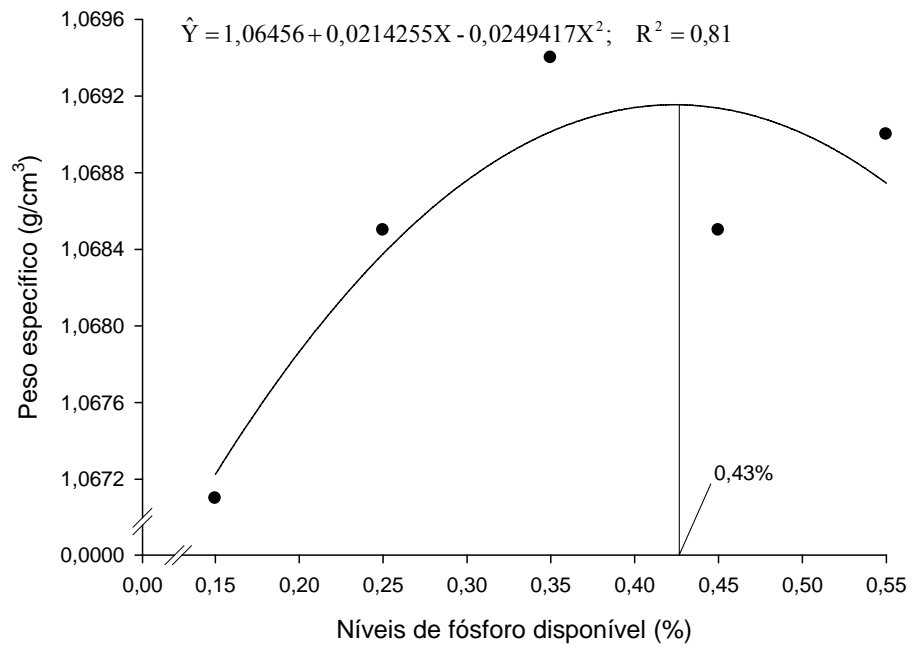


Figura 1. Peso específico em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

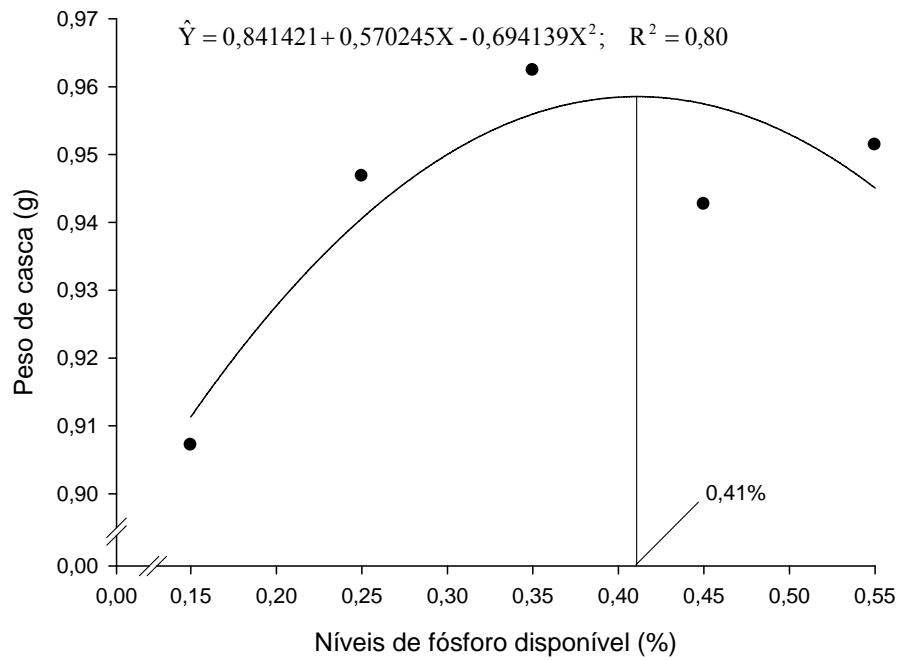


Figura 2. Peso de casca em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

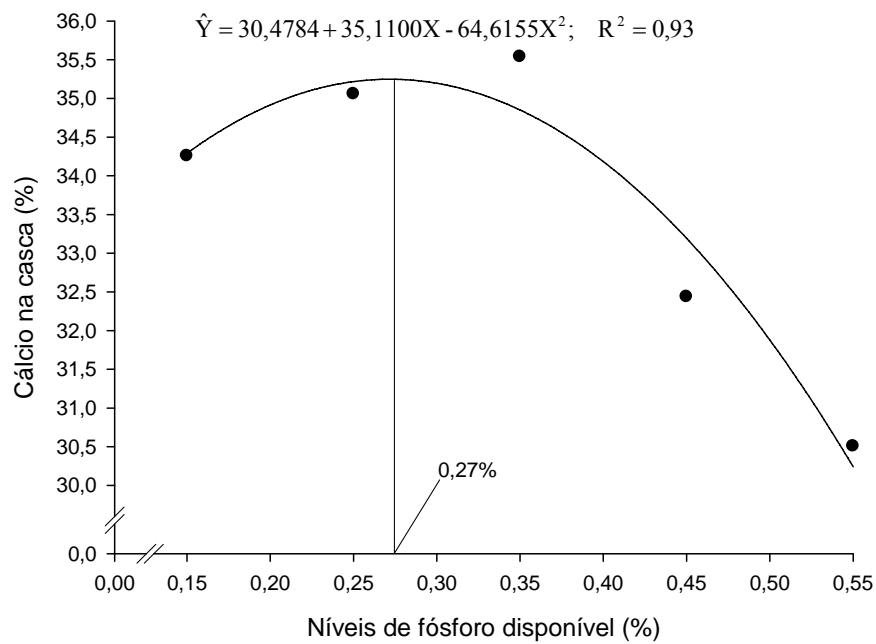


Figura 4. Teor de cálcio na casca em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

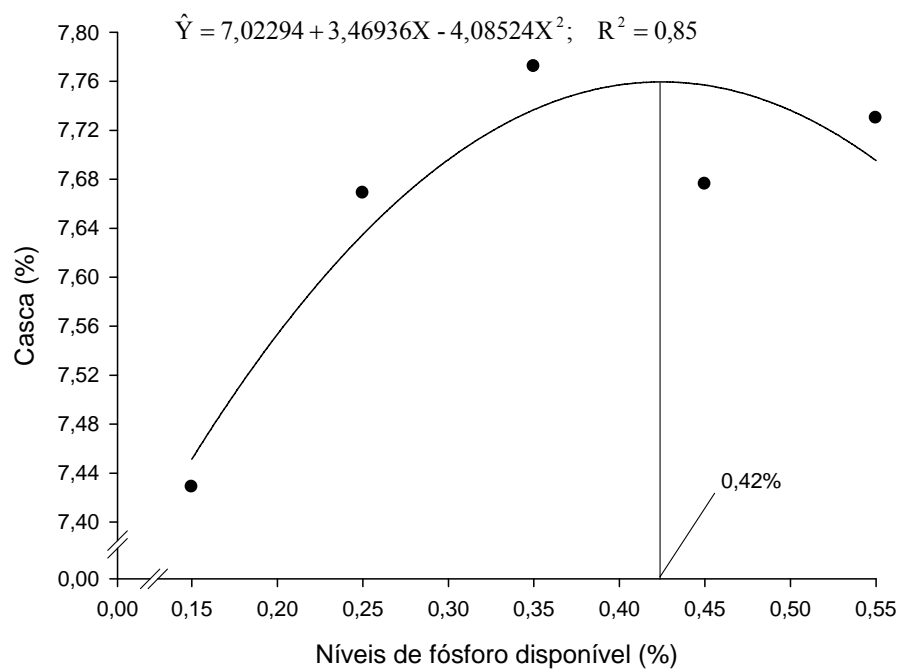


Figura 3. Percentagem de casca em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

Com a análise dos dados obtidos pela variável ovo viável ave-dia (%), percebeu-se que ela está altamente correlacionada com o peso específico dos ovos, uma vez que as médias obtidas em ambas as variáveis nos permite compreender melhor a influência dos níveis de Pd avaliados sobre a qualidade da casca dos ovos (Tabela 3).

Diferentemente do obtido neste experimento, Costa et al. (2007) observaram efeito dos níveis de Pd sobre a produção de ovos viáveis para comercialização, indicando o nível de 0,31% de Pd como satisfatório em atender essa variável.

Para as variáveis peso e percentagem de albúmem e de gema, não se observou efeito significativo dos níveis estudados; porém, cabe salientar que os níveis de 0,15 e 0,35% de inclusão de Pd na dieta foram respectivamente responsáveis pela maximização na percentagem do albúmem e da gema. Esses resultados corroboram em parte aos achados por Costa et al. (2007). Esses pesquisadores também não encontraram influência dos níveis citados sobre o peso e a percentagem de albúmem dos ovos. Entretanto, citam em suas pesquisas que houve diferença estatística entre os tratamentos para o peso e a percentagem de gema dos ovos.

Avaliando-se a deposição de P e Mg na casca dos ovos verificou-se que não foram influenciadas pelos níveis de Pd, porém houve efeito quadrático sobre a deposição de Ca, demonstrando que o nível que favorece a maior mobilização desse mineral em direção a casca é equivalente a 0,27% Pd. Apesar dos teores de P e de Mg na casca não terem sido influenciados, pode-se observar na Tabela 3, que o nível de 0,25% proporcionou a maior deposição de fósforo (0,32%) e o nível de 0,15% a maior deposição de Mg (0,62%). Segundo Hamilton & Sibbald (1997), a redução do nível de P dietético com o avanço da idade das aves melhorou a qualidade da casca do ovo. Roland & Harms (1976) e Mogin & Sauveur (1979) acreditam que as poedeiras utilizam melhor o Ca reabsorvido dos ossos trazendo o P juntamente com o Ca quando baixos níveis dietéticos de P são utilizados.

À medida que os níveis de Pd na dieta foram elevados, as aves

aumentaram a deposição mineral na casca dos ovos até o nível de 0,35% Pd (89,43% de cinzas). Níveis superiores a este promoveram redução na deposição de minerais na casca, reduzindo-se a índices percentuais inferiores aos obtidos pelo menor nível estudado (0,15% Pd).

A altura dos ovos foi influenciada linearmente pelos níveis de Pd da dieta, indicando que níveis equivalentes a 0,15% contribuem para a produção de ovos de maior tamanho. Não se observou efeito para o diâmetro dos ovos. De acordo com Costa et al (2007), os níveis de Pd influenciaram de forma quadrática a altura e o diâmetro médio dos ovos; os valores de 0,29 e 0,27% de Pd foram os que maximizaram as duas características, respectivamente. O tamanho do ovo está diretamente relacionado ao seu peso e à idade das aves, no entanto, o peso médio dos ovos não variou entre os diferentes níveis de P consumido e percebeu-se que a exigência em Pd pelas aves para produzir ovos mais alongados ou de maior diâmetro aumentou com o avanço da idade. Na Tabela 4 encontra-se ilustrado os valores referentes à perda de ovos.

Tabela 4. Valores numéricos obtidos referentes ao possível efeito da ingestão diária de Pd pelas aves sobre a perda de ovos.

Item	Níveis de Pd (%)				
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55
*Cons. de Pd ave/dia (g)	0,038	0,070	0,091	0,114	0,146
*Total de ovos CF (unid.)	13,50	9,67	8,17	11,83	8,83
*Total de ovos SC (unid.)	13,00	12,67	13,33	11,67	10,67
*Total de ovos DEF (unid.)	0,17	0,00	0,17	0,33	0,00
*Total de ovos PEQ (unid.)	0,00	1,17	0,00	0,00	0,00
*Ovos CF [♦] (%)	53,29	39,98	38,77	43,84	40,17
*Ovos SC [♦] (%)	46,34	56,87	60,65	54,44	59,83
*Ovos DEF [♦] (%)	0,36	0,00	0,57	1,72	0,00
*Ovos PEQ [♦] (%)	0,00	3,15	0,00	0,00	0,00

OBS: CF-(Casca fraca e/ou mole), SC-(Sem casca), DEF-(Deformado), PEQ-(Pequeno);

[♦]Cálculo feito em relação ao número total de ovos inviáveis (CF+SC+DEF+PEQ);

*Análise descritiva das variáveis, pois os dados não seguem distribuição normal

Verificou-se que a maior produção de ovos com casca fraca se deu com a inclusão do menor nível de Pd na dieta (0,15%), correspondendo respectivamente a 28,4; 39,5; 12,4 e 34,6% a mais de ovos com esse tipo de defeito em relação aos valores obtidos nos demais níveis de Pd na dieta. Aves que receberam o menor nível testado, juntamente com aquelas que consumiram rações contendo 0,35% de Pd na dieta, também apresentaram maior percentual de ovos sem casca. No entanto, como não houve efeito dos diferentes níveis de Pd estudados sobre a produção de ovos viáveis para comercialização e viáveis ave-dia, não se pode excluir a possibilidade do emprego desses níveis, como recomendação para essas aves na fase de produção estudada.

O efeito dos níveis de Pd sobre as variáveis relacionadas aos teores dos minerais na tíbia e no material excretado, além dos dados referentes ao pH da gema, do albúmem e do material excretado está descrito na Tabela 5.

Tabela 5. Valores obtidos referentes ao ensaio de metabolismo realizado com codornas japonesas no final do experimento

Item	Níveis de Pd (%)					Efeito	CV
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55		
Cálcio na tíbia (%)	23,06	25,23	25,23	25,51	25,38	P<0,05*	6,51
Fósforo na tíbia (%)	9,18	10,55	10,21	10,64	10,40	P<0,01**	3,66
Mg na tíbia (%)	0,347	0,386	0,411	0,395	0,417	P<0,01*	7,02
Cálcio excretado (%)	6,25	6,60	6,87	6,69	5,98	P<0,05**	9,80
Fósforo excretado (%)	0,89	1,20	1,48	1,81	1,39	P<0,01**	7,72
Mg excretado (%)	0,439	0,437	0,443	0,439	0,452	ns	5,03
Cinzas na tíbia (%)	61,52	65,60	66,69	63,23	65,90	ns	4,78
Cinzas na Excreta (%)	25,22	25,54	25,55	25,66	22,34	P<0,01**	4,90
pH da Gema	6,41	6,38	6,53	6,36	6,13	ns	5,78
pH do Albúmem	7,67	7,53	7,82	7,79	7,72	ns	5,25
pH da Excreta	5,69	6,05	6,03	6,19	5,85	ns	7,15

*Efeito Linear (P<0,05);

**Efeito Quadrático (P<0,05);

ns - Não significativo (P>0,05);

CV - Coeficiente de variação

Os diferentes níveis de Pd testados nas dietas não influenciaram o pH do albúmem, da gema dos ovos e das excretas das aves. Entretanto, a determinação dessa medida fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um determinado produto específico, no nosso caso, o ovo e a acidez da excreta. Um processo de decomposição, seja através de hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons hidrogênio (Ial, 1985). Como a gema, o albúmem dos ovos e a excreta foram congelados em freezer apropriado, não sofrendo influência do tempo de armazenamento, o valor do pH se manteve semelhante ao valor encontrado em um ovo fresco.

O albúmen fresco possui um pH de aproximadamente 7,8. No caso do pH da gema fresca, este é geralmente cerca de 6,0, podendo atingir 6,9 durante o armazenamento (Stadelman & Cotterill, 1977; Solomon, 1991; Ensminger, 1992; Alleoni & Antunes, 2001; Ordóñez, 2005).

O efeito do armazenamento na qualidade do ovo pode ser determinado pelo aumento no pH do albúmen (Ensminger, 1992; Scott & Silversidest, 2000). Com o armazenamento, o albúmen começa a clarear, perder viscosidade, e a ocorrer um aumento no pH. Entretanto, podemos constatar que essas características indesejáveis não se manifestaram nesse experimento, pois as amostras foram congeladas. Dessa forma, podemos observar que os dados mencionados anteriormente, referentes ao pH da gema e do albúmem de ovos frescos, são coerentes ao encontrado em nossa pesquisa, uma vez que não trabalhamos com armazenamento in natura dos ovos para posterior análise, como alguns autores o fizeram.

Quanto aos teores de minerais na excreta das aves verificou-se que houve efeito quadrático para os teores de P, Ca e de cinzas nas excretas, com pontos de máxima deposição para os níveis de 0,43, 0,34 e 0,30% Pd (Figura 5, 6 e 7, respectivamente). Contudo, não se observou efeito sobre a excreção de Mg.

Quanto à deposição mineral óssea (Tabela 5), observou-se que com o aumento dos níveis de Pd da dieta, houve maior deposição de Mg e de Ca na tíbia das aves. Entretanto, para o teor de P na tíbia, essa maximização se deu

ao nível de 0,42% de Pd, indicando um efeito quadrático para essa variável (Figura 8). No entanto, com o cálculo da relação Ca:P no tecido ósseo, percebeu-se que a mesma manteve-se entre 2,4:1 e 2,5:1 para os níveis de Pd testados, demonstrando a capacidade que essas aves tem de regular a homeostase óssea, dos minerais Ca e P, por meio da atuação dos hormônios calcitonina e paratormônio durante a fase de postura, não se esquecendo também da importância da vitamina D₃ nessa regulação.

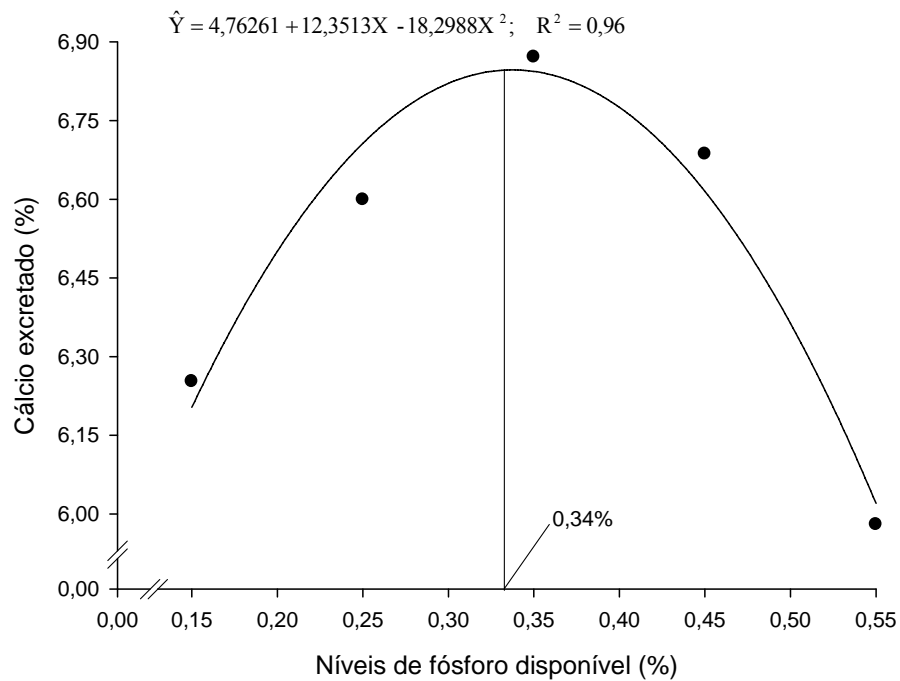


Figura 5. Teor de cálcio excretado em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

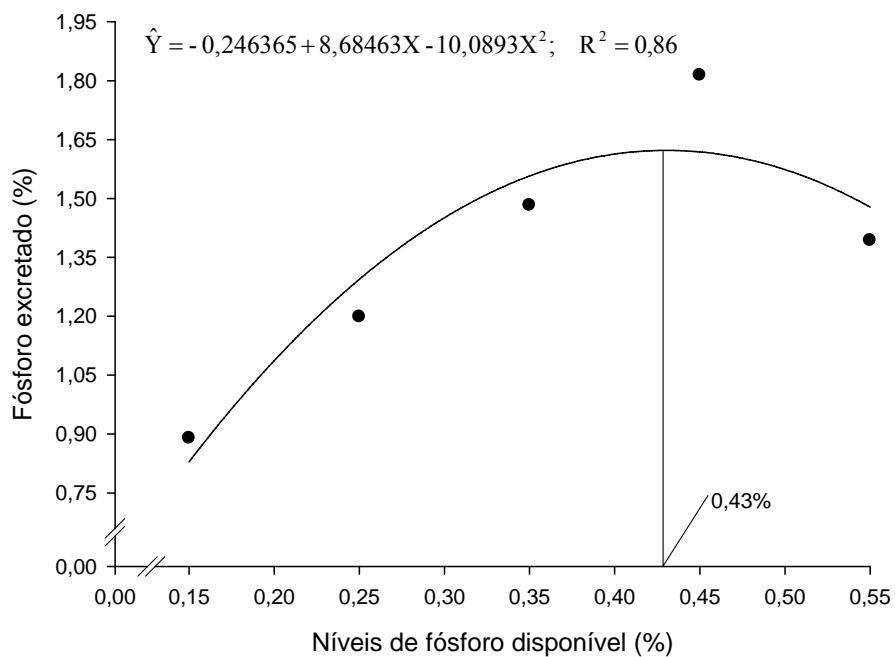


Figura 6. Teor de fósforo excretado em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

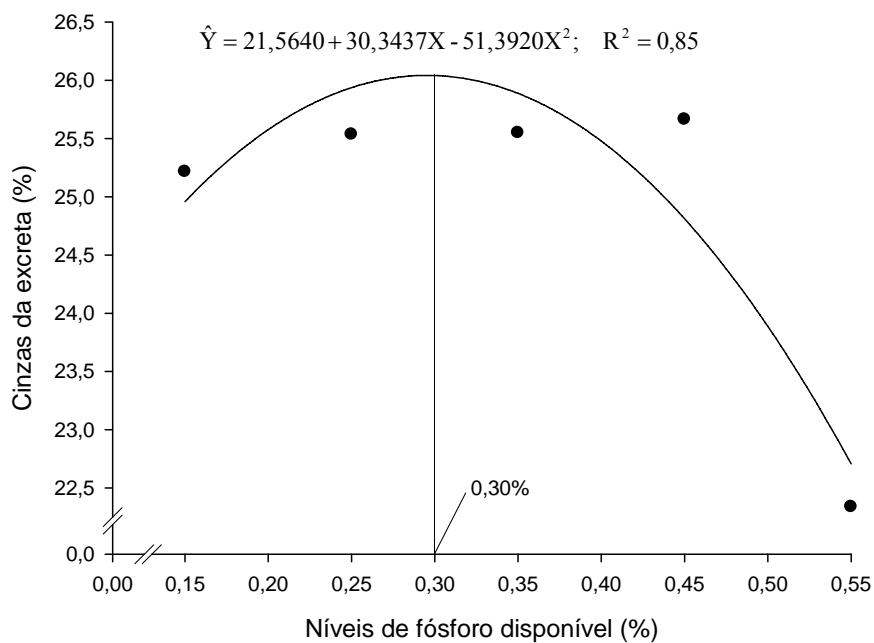


Figura 7. Teor de cinzas da excreta na matéria seca em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

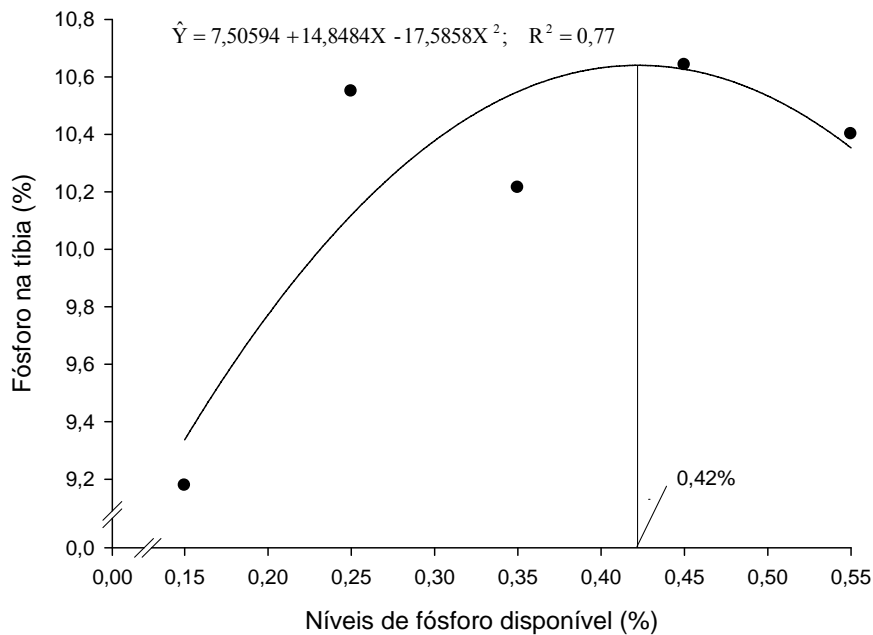


Figura 8. Teor de fósforo na tíbia em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

Esses resultados discordam aos encontrados por Costa et al. (2007), que citam, que o nível de 0,46% de Pd na dieta é suficiente para proporcionar maior percentagem de Ca no tecido ósseo e àqueles obtidos por Garcia et al. (2000), Abdallah et al. (1993) e Keshavarz & Nakajima (1993), que não observaram influência dos níveis de Pd sobre a percentagem de Ca nos ossos.

Diferentemente dos resultados obtidos, Costa et al. (2007), trabalhando com dietas formuladas com 2,5% de Ca, verificaram aumento na deposição de P no tecido ósseo das aves, na medida em que se aumentou o nível de Pd da dieta; entretanto, esse aumento se deu no nível de 0,51% de Pd, no qual atingiu-se um platô. Quando se utilizaram dietas contendo 3,2% de Ca, esses mesmos pesquisadores observaram que, o efeito dos níveis de Pd sobre o teor de P nos ossos obteve comportamento quadrático, evidenciando que o nível de 0,32% de Pd minimizou o teor de P nos ossos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2000), que também encontraram efeito quadrático em experimento com codornas em

postura. Esses autores observaram que os níveis de Pd na ração também influenciaram de forma quadrática a percentagem de P nos ossos e que essa percentagem foi maior ao nível de 0,35% de Pd na ração, resultado um pouco inferior ao obtido neste experimento (0,42% de Pd).

O efeito dos níveis de fósforo disponível (Pd) estudados sobre as variáveis relacionadas com a análise física da tíbia e do fêmur está descrito na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados de análise física da tíbia e do fêmur de codornas japonesas em postura

Item	Níveis de Pd (%)					Efeito	CV
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55		
Comprimento da Tíbia (mm)	47,49	48,24	47,87	47,83	47,83	ns	1,48
Comprimento do fêmur (mm)	38,43	38,63	38,29	38,98	38,70	ns	1,50
Peso da Tíbia (mg)	596	644	613	667	641	P<0,05*	6,62
Peso do Fêmur (mg)	568	586	544	599	580	ns	6,81

*Efeito Linear (P<0,05);

Ns - Não significativo (P>0,05);

CV - Coeficiente de variação

Não houve efeito significativo dos níveis de Pd da dieta de codornas japonesas sobre o comprimento da tíbia e do fêmur, e sobre o peso do fêmur com base na matéria natural.

Constatou-se que o peso da tíbia, com base na MN, foi influenciado pelos níveis de Pd da dieta, onde notou-se efeito linear, quando se aumentou a suplementação desse mineral na ração. O coeficiente de determinação encontrado para a equação linear foi muito baixo, indicando que a equação obtida explica apenas 41% o comportamento de crescimento linear. Isso pode ser entendido, uma vez que ao observarmos a tabela 8, verificamos que os níveis que proporcionaram tíbias com maiores pesos foram respectivamente,

0,45% e 0,25% de Pd na dieta, o mesmo encontrado para peso do fêmur, porém não significativo. O interessante é que as aves pertencentes a esses dois tratamentos forem as que menos variaram o peso corporal (Tabela 2).

O nível de 0,15% de Pd proporcionou a menor deposição de Mg no osso, porém não houve comprometimento no desempenho das aves (91,7% de viabilidade), conforme apresentado na Tabela 2. Observou-se também que não houve diferença significativa entre os níveis de Pd testados sobre a produção de ovos viáveis para comercialização e que o nível 0,15% de Pd contribuiu para menor excreção de P e reduziu a excreção de Ca, obtendo relação Ca:P no material excretado de 7:1, a maior obtida entre os tratamentos. Somado a isso, como não houve efeito dos níveis testados sobre a deposição de P, Mg e cinzas na casca do ovo (Tabela 4) e, como o nível de 0,15% de Pd satisfaz todas as variáveis de desempenho analisadas, além de o P ser o mineral que mais onera o custo da ração e ser considerado um dos macrominerais que mais contribui para a poluição dos lençóis freáticos, o nível de 0,15% de Pd pode ser considerado satisfatório em dietas para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção.

4. CONCLUSÃO

Dieta contendo 0,15% de fósforo disponível, correspondendo ao consumo diário de 38mg por ave, é o suficiente para obtenção de desempenho satisfatório e manutenção da integridade física do ovo, embora haja redução na mineralização da casca e do tecido ósseo de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção (45 a 57 semanas de idade).

5. CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com as respostas biológicas obtidas pelas aves frente aos níveis de P e Ca estudados, dietas contendo 3,8% de Ca e 0,15% de Pd são suficientes para proporcionar o melhor desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos e do status nutricional do tecido ósseo de codornas japonesas durante o terço final do ciclo de produção, uma vez que os ovos produzidos por aves que receberam dietas contendo 3,8% de Ca e 0,15% de Pd, quando comparados aos ovos produzidos nos demais níveis testados, não apresentaram características externas e internas, que porventura os inviabilizariam para a comercialização. E aves que receberam dietas contendo níveis iguais a 0,15% de Pd, também não apresentaram prejuízos na sua estrutura óssea.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; HUSSEINY, O. Performance of laying eggs whit heavy or light shell weight when fed diets whit different calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v.72, n.10, p.1881-1891, 1993.

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

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.; 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, p.2037-2046, 2007 (supl.).

ENSMINGER, M.E. *Poultry science*. 3 ed. Illinois: Interstate Publishers, 1992. 469 p.

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.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Savoy, v.61, p.2022-2039, 1982.

HAMILTON, R.M.G., SIBBALD, I.R. The effects of dietary phosphorus on productive performance and egg quality of ten strains of white leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v.56, n. 4, p. 1221 - 1228, 1997.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos**. 3. ed. São Paulo, v.1.1985.

KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. Re-evaluation of phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v.72, p.114-153, 1993.

MONGIN, P., SAUVEUR, G. Plasma inorganic phosphorus concentration during eggshell formation. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.20, n.4, p. 401 - 412, 1979.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. Produção de codornas japonesas. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 1998. 79p.

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

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

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

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

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1166-1173, 2003a.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5,

p.1182-1189, 2003b.

ROLAND, SR. D.A., HARMS, R. H. The influence of feeding diets containing different calcium-phosphorus ratios on the laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v.55, n.2, p.637 - 641, 1976.

SALOMAN, S.E. Egg and eggshell quality. London: Wolf Publishing, 1991.

SCOTT, T.A.; SILVERSIDEST, B. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.12, p. 1725-1729, 2000.

SHIRIVASTAV, A.K., PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **World's J. Poultry Science**, v.55, n.1, p.73 – 81, 1999.

SILVA, D. J. **Análises de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa- M G: Imprensa Universitária, 1998, 166 p.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. *Egg science and technology*. 2 ed. Westport:Avi Publishing Company, 1977. 323 p.

UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Central de Processamento de Dados (UFV/ CPD). **Manual de Utilização do Programa SAEG** (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG: UFV, 2004. 59p.

APÊNDICE

7. APÊNDICE

Tabela 1A – Equações de regressão estimadas para os valores de desempenho (Y) e qualidade dos ovos (Y), em função do nível de suplementação de cálcio (X) à dieta. (Capítulo 1)

Variável	Equação	R ²	P. mínimo
Conversão MO (g)	$\hat{Y} = 3,20096 - 0,122782X$	0,64	-
Conversão DZ (Kg)	$\hat{Y} = 0,448079 - 0,0145197X$	0,61	-
Peso de casca (mg)	$\hat{Y} = 1,47828 - 0,429640X + 0,0747927X^2$	0,76	2,9%
Casca (%)	$\hat{Y} = 6,14890 - 0,343555X$	0,59	-
Peso de gema (g)	$\hat{Y} = 4,26664 - 0,157155X$	0,60	-
Ca na casca (%)	$\hat{Y} = 39,4880 - 1,09989X$	0,74	-
P na casca (%)	$\hat{Y} = 0,366691 - 0,0230321X$	0,75	-
Mg na casca (%)	$\hat{Y} = 0,723236 - 0,0321071X$	0,87	-
Espessura de casca (mm)	$\hat{Y} = 0,179391 + 0,00436095X$	0,44	-

Tabela 2A – Equações de regressão estimadas para os valores de qualidade dos ovos (Y), em função do nível de suplementação de fósforo (X) à dieta (Capítulo 2)

Variável	Equação	R ²	Nível ótimo
Peso específico (g/cm ³)	$\hat{Y} = 1,06456 + 0,0214255X - 0,0249417X^2$	0,81	0,43%
Peso de casca (g)	$\hat{Y} = 0,841421 + 0,570245X - 0,694139X^2$	0,80	0,41%
Casca (%)	$\hat{Y} = 7,02294 + 3,46936X - 4,08524X^2$	0,85	0,42%
Cálcio na casca (%)	$\hat{Y} = 30,4784 + 35,1100X - 64,6155X^2$	0,93	0,27%
Altura do ovo (mm)	$\hat{Y} = 33,1740 + 0,929449X$	0,86	-

Tabela 3A – Equações de regressão estimadas para os valores obtidos durante o ensaio de metabolismo (Y), em função do nível de suplementação de fósforo (X) à dieta (Capítulo 2)

Variável	Equação	R ²	Nível ótimo
Ca no osso (%)	$\hat{Y} = 23,1570 + 4,92167X$	0,57	-
P no osso (%)	$\hat{Y} = 7,50594 + 14,8484X - 17,5858X^2$	0,77	0,42%
Mg no osso (%)	$\hat{Y} = 0,338600 + 0,150000X$	0,73	-
Ca excretado (%)	$\hat{Y} = 4,76261 + 12,3513X - 18,2988X^2$	0,96	0,34%
P excretado (%)	$\hat{Y} = -0,246365 + 8,68463X - 10,0893X^2$	0,86	0,43%
Cinza na excreta (%)	$\hat{Y} = 21,5640 + 30,3437X - 51,3920X^2$	0,85	0,30%

Tabela 4A – Resumo das análises de variância para produção de ovos ave/dia (POAD), ave/alojada (POAA), ovos viáveis (OV) e consumo de ração (CR) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de cálcio na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio			
		Variáveis			
		POAD (%)	POAA (%)	OV (%)	CR (g)
Níveis de Ca	4	24.33257	40.39278	4.038519	0.4837951
Linear	1	29.24232	68.10820	12.91579	1.784486
Quadrática	1	35.48168	32.21806	0.1188654E-01	0.7625316E-01
Cúbica	1	11.06162	29.23550	1.552253	0.7097721E-01
Quártica	1	21.54465	32.00935	1.674140	0.3463457E-02
Resíduo	30	23.39150	27.75294	4.447891	2.060806
MG		77,51345	72,85034	96,54202	26,07030
C.V (%)		6,240	7,231	2,185	5,506

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 5A – Resumo das análises de variância para o peso dos ovos (PO), massa de ovo ave/dia (MOAD), conversão alimentar por massa de ovo (CAMO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ) e viabilidade (VIAB) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de cálcio na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PMO (g)	MOAD (g)	CAMO (g/g)	CADZ (kg/dz)	VIAB (%)
Níveis de Ca	4	0.6046677E-01	0.7712204	0.1354034	0.9615351E-03	40.00000
Linear	1	0.8918828E-01	1.449456	0.3545306*	0.2361205E-02*	51.42857
Quadrática	1	0.3255244E-01	0.3251639	0.8202372E-02	0.6056232E-03	36.73469
Cúbica	1	0.4953321E-03	0.4426153	0.5292957E-01	0.2574565E-03	5.714286
Quártica	1	0.1196311	0.8676460	0.1259510	0.6218556E-03	66.12245
Resíduo	30	0.1035368	0.4124714	0.8391822E-01	0.5309551E-03	108.5714
MG		11,90772	8,67386	3,02477	0,40452	86,28571
C.V (%)		2,702	7,404	9,577	5,696	12,076

* Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 6A – Resumo das análises de variância para o peso específico do ovo (PE), peso da casca (PC), espessura de casca (EC), percentagem de albúmen (%A) e percentagem de gema (%G) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de cálcio na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PE (g/cm ³)	PC (g)	EC (mm)	%A Albúmen	%G Gema
Níveis de Ca	4	0.1789832E-04	0.5954969E-02	0.1211593E-03	2.317930	1.668113
Linear	1	0.2349302E-04	0.4092751E-02	0.2129999E-03**	0.3488109E-01	1.798379
Quadrática	1	0.1121784E-04	0.1403411E-01*	0.1959330E-04	3.609013	1.125134
Cúbica	1	0.1692787E-04	0.5656508E-02	0.2211523E-03	0.8803287	0.5447037E-01
Quártica	1	0.1995457E-04	0.3650829E-04	0.3089178E-04	4.747496	3.694469
Resíduo	30	0.1241671E-04	0.1953315E-02	0.2484441E-04	2.265816	1.674612
MG		1,06864	0,88643	0,19247	62,16896	30,68010
C.V (%)		0,330	4,986	2,590	2,421	4,218

** Significativo (P<0,01); * Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 7A – Resumo das análises de variância para a percentagem de casca (%C), altura média do ovo (HO), diâmetro médio do ovo (DO), peso de albúmem (PA) e peso de gema (PG) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de cálcio na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		%C Casca	HO (mm)	DO (mm)	PA (g)	PG (g)
Níveis de Ca	4	0.5601623	0.7283339	0.2415717	0.1596005	0.1144774
Linear	1	1.321935*	0.5168042	0.2149053	0.5009166	0.2766133**
Quadrática	1	0.4167413	0.1628924	0.2218382E-01	0.2773351E-02	0.1023997
Cúbica	1	0.5019076	1.095882	0.6350087	0.3103121E-01	0.2238099E-03
Quártica	1	0.6488849E-04	1.137757	0.9418886E-01	0.1036809	0.7867268E-01
Resíduo	30	0.1760942	0.5251830	0.3068200	0.1301134	0.2597677E-01
MG		7,17957	32,94098	25,68508	7,69166	3,79518
C.V (%)		5,845	2,200	2,157	4,690	4,247

** Significativo (P<0,01); * Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 8A – Resumo das análises de variância para a produção de ovos viáveis ave/dia (OVAD), teor de cinzas (CZCA), de Ca (CACA), de fósforo (PCA) e de magnésio (MGCA) na casca dos ovos de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de cálcio na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		OVAD (%)	CZCA (%)	CACA (%)	PCA (%)	MGCA (%)
Níveis de Ca	4	35.50198	2.177272	4.593915	0.1978320E-02	0.3306543E-02
Linear	1	5.041977	113.2783	13.54936**	0.5941372E-02**	0.1154573E-01**
Quadrática	1	2.625221	28.76637	1.880969	0.4351250E-03	0.1064582E-02
Cúbica	1	0.1110261E-02	36.39780	2.410202	0.4216463E-03	0.1989143E-03
Quártica	1	1.040778	40.54607	0.5351291	0.1115136E-02	0.4169469E-03
Resíduo	30	26.07107	18.34869	1.359919	0.5922967E-03	0.9477524E-03
MG		74,85035	74,03575	36.18837	0.2975943	0.6269143
C.V (%)		6,822	5,786	3,222	8,178	4,911

** Significativo (P<0,01); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 9A – Resumo das análises de variância para produção de ovos ave/dia (POAD), ave/alojada (POAA), ovos viáveis (OV) e consumo de ração (CR) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio			
		Variáveis			
		POAD (%)	POAA (%)	OV (%)	CR (g)
Níveis de Pd	4	6.111584	24.72411	1.191266	7.591322
Linear	1	0.5781522E-02	0.8503401E-02	3.559883	0.6505622E-01
Quadrática	1	0.1810761	15.79810	0.2095125E-01	0.9237603
Cúbica	1	20.79767	63.13516	0.4704063	26.53063
Quártica	1	3.461809	19.95468	0.7138254	2.845844
Resíduo	25	81.83733	44.63568	4.910647	3.487512
MG		81,40361	74,81746	96,33776	26,30633
C.V (%)		11,113	8,930	2,300	7,099

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 10A – Resumo das análises de variância para o peso dos ovos (PO), massa de ovo ave/dia (MOAD), conversão alimentar por massa de ovo (CAMO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ), viabilidade (VIAB) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PO (g)	MOAD (g)	CAMO (g/g)	CADZ (kg/dz)	VIAB (%)
Níveis de Pd	4	0.2981394E-01	0.2364069	0.2035830	0.3763763E-03	194.4667
Linear	1	0.1648913E-01	0.1852414E-03	0.6915248E-02	0.6478591E-03	504.6000
Quadrática	1	0.5658088E-01	0.2507051	0.6303076E-01	0.4854568E-03	105.1905
Cúbica	1	0.3679948E-01	0.2126271	0.5681937	0.2391726E-03	129.0667
Quártica	1	0.9386281E-02	0.4821100	0.1761925	0.1330168E-03	39.00952
Resíduo	25	0.7153283E-01	0.5718069	0.9652072E-01	0.1388641E-02	290.0000
MG		12,13913	9,07306	2,91842	0,39859	85,93333
C.V (%)		2,875	8,334	10,645	9,349	19,817

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 11A – Resumo das análises de variância para o peso específico do ovo (PE), peso de casca (PC), ovos viáveis ave/dia (OVAD), percentagem de albúmen (%A) e percentagem de gema (%G) para codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PE (g/cm ³)	PC (g)	OVAD (%)	%A Albúmen	%G Gema
Níveis de Pd	4	0.4523054E-05	0.2614084E-02	8.001253	0.5403639	0.1028719
Linear	1	0.9439040E-05	0.4268789E-02	1.383382	1.139997	0.2399162
Quadrática	1	0.5225558E-05*	0.4047358E-02*	0.1521567	0.9651004	0.5886821E-01
Cúbica	1	0.1947073E-05	0.1656376E-02	23.97148	0.5586677E-01	0.2593243E-01
Quártica	1	0.1480546E-05	0.4838110E-03	6.497993	0.4907914E-03	0.8677085E-01
Resíduo	25	0.1126490E-05	0.6605372E-03	76.45838	0.4909811	0.3359643
MG		1,06850	0,94209	78,40752	61,86856	30,42801
C.V (%)		0,099	2,728	11,152	1,133	1,905

* Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 12A – Resumo das análises de variância para a porcentagem de casca (%C), altura média do ovo (HO), diâmetro médio do ovo (DO), peso de albúmem (PA) e peso de gema (PG) para codornas japonesas no terço final de postura, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		%C Casca	HO (mm)	DO (mm)	PA (g)	PG (g)
Níveis de Pd	4	0.1067938	0.1506153	0.4630502E-01	0.4172492E-02	0.7829637E-02
Linear	1	0.2230360	0.5183254*	0.4346819E-02	0.4947802E-03	0.1233503E-01
Quadrática	1	0.1401891*	0.1135956E-02	0.1202389E-01	0.2267303E-02	0.1347170E-01
Cúbica	1	0.4936495E-01	0.7059072E-01	0.1586090	0.1284400E-01	0.3242065E-02
Quártica	1	0.1458509E-01	0.1240899E-01	0.1024041E-01	0.1083884E-02	0.2269749E-02
Resíduo	25	0.2972209E-01	0.1151841	0.7620148E-01	0.4703851E-01	0.6178598E-02
MG		7,65507	32,84869	25,77476	7,62694	3,74793
C.V (%)		2,252	1,033	1,071	2,844	2,097

* Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 13A – Resumo das análises de variância para o peso do fêmur na MN (PFMN), teor de Ca (CACA) na casca, teor de P (PCA) na casca, teor de Mg (MGCA) na casca e teor de cinzas (CZCA) na casca dos ovos de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PFMN (mg)	CACA (%)	PCA (%)	MGCA (%)	CZCA (%)
Níveis de Pd	4	2577.443	25.84469	0.6427342E-03	0.3465333E-03	4.178108
Linear	1	819.0232	61.45876	0.1142640E-03	0.5046000E-03	2.726683
Quadrática	1	219.7512	35.07134**	0.4592019E-03	0.5250000E-03	5.756943
Cúbica	1	122.6872	1.335042	0.1620327E-03	0.2948167E-03	5.647225
Quártica	1	9148.311	5.513635	0.1835438E-02	0.6171667E-04	2.581582
Resíduo	25	1535.942	2.575118	0.3630826E-03	0.1790533E-02	1.804566
MG		575,11179	33,55923	0,30432	0,60753	88,43615
C.V (%)		6,815	4,782	6,261	6,965	1,519

** Significativo (P<0,01); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 14A – Resumo das análises de variância para o teor de Ca (CAOS), de fósforo (POS) e de Mg (MGOS) na tibia, teor de Ca excretado (CAEXC) e de P excretado (PEXC) de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		CAOS (%)	POS (%)	MGOS (%)	CAEXC (%)	PEXC (%)
Níveis de Pd	4	6.319071	2.103501	0.4640717E-02	0.7667511	0.7041835
Linear	1	14.53368*	3.865932	0.1350000E-01**	0.1257668	1.578790
Quadrática	1	8.057527	2.597797**	0.2497190E-02	2.812710*	0.8550670**
Cúbica	1	1.865607	0.6471517	0.1550417E-02	0.1197960	0.3177138
Quártica	1	0.8194683	1.303124	0.1015260E-02	0.8731488E-02	0.6516331E-01
Resíduo	25	2.625928	0.1390758	0.7530333E-03	0.4033097	0.1095663E-01
MG		24,87960	10,19691	0,39110	6,47800	1,35553
C.V (%)		6,513	3,657	7,016	9,803	7,722

** Significativo (P<0,01); * Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 15A – Resumo das análises de variância para o teor de Mg excretado (MGEXC), de cinzas na tibia (CZOS), de cinzas na excreta (CZEXC) e do pH da gema (PHG) de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio			
		Variáveis			
		MGEXC (%)	CZOS (%)	CZEXC (%)	PHG
Níveis de Pd	4	0.2170833E-03	27.59811	12.11010	0.1258583
Linear	1	0.4648167E-03	24.45637	19.02332	0.1881600
Quadrática	1	0.1801071E-03	23.23621	22.18558**	0.2283857
Cúbica	1	0.4335000E-04	49.82436	5.897502	0.3650667E-01
Quártica	1	0.1800595E-03	12.87548	1.333990	0.5038095E-01
Resíduo	25	0.4943067E-03	9.544679	1.486516	0.1351593
MG		0,44200	64,58778	24,86095	6,36167
C.V (%)		5,030	4,783	4,904	5,779

** Significativo (P<0,01); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.

Tabela 16A – Resumo das análises de variância para o pH do albúmem (PHA) e da excreta (PHEXC), para o comprimento da tibia (COMT) e do fêmur (COMF), e para o peso da tibia na MN (PTMN) de codornas japonesas no terço final do ciclo de produção, recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PHA	PHEXC	COMT (mm)	COMF (mm)	PTMN (mg)
Níveis de Pd	4	0.7845500E-01	0.2273383	0.4269842	0.4148527	4603.535
Linear	1	0.8214000E-01	0.1224017	0.4893130E-01	0.4635741	7490.975*
Quadrática	1	0.1493333E-01	0.6501440	0.5850230	0.4121835E-02	1813.811
Cúbica	1	0.1344267	0.7481667E-02	0.8192437	0.11116188	1.923909
Quártica	1	0.8232000E-01	0.1293260	0.2547386	1.080096	9107.431
Resíduo	25	0.1634687	0.1817887	0.4993129	0.3351698	1753.628
MG		7,70433	5,96100	47,85182	38,60744	632,55595
C.V (%)		5,248	7,153	1,477	1,500	6,620

* Significativo (P<0,05); GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MG - Média geral de cada variável dependente.