

CARLOS HENRIQUE ROCHA COSTA

**NÍVEIS DE FÓSFORO E DE CÁLCIO EM DIETAS PARA CODORNA
JAPONESA EM POSTURA.**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

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

T
C837n
2006
Costa, Carlos Henrique Rocha, 1980-
Níveis de fósforo e de cálcio em dietas para codorna
japonesa em postura / Carlos Henrique Rocha Costa.
– Viçosa : UFV, 2006.
ix, 73f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.
Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Codorna - Alimentação e rações. 2. Codorna -
Nutrição. 3. Fósforo na nutrição animal. 4. Cálcio na
nutrição animal. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 639.978627

CARLOS HENRIQUE ROCHA COSTA

NÍVEIS DE FÓSFORO E DE CÁLCIO EM DIETAS PARA CODORNA
JAPONESA EM POSTURA.

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

APROVADA: 14 de fevereiro de 2006.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Conselheiro)

Prof. Robledo de Almeida Torres

Prof. José Geraldo de Vargas Júnior

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

A Deus, que é o criador de todas as coisas, meu fiel e inseparável amigo.

A meus pais, Pedro Paulo e Ana Mary.

A meus irmãos, Júlio, Adriana, Regina e Pedro, ao meu sobrinho João Marcello e ao meu cunhado Marcelo Osório da Costa.

DEDICO.

“Vitória é sinônimo de perseverança, insista, lute pelos seus sonhos, pois Deus já é a sua maior conquista.”

“Os problemas virão, as dificuldades existem, mas cabe a nós sermos rochas diante das ondas que insistem em nos derrubar”

Carlos Henrique

AGRADECIMENTOS

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores Sérgio Luiz de Toledo Barreto, Paulo Cezar Gomes e Luiz Fernando Teixeira Albino, pela orientação.

Aos professores Robledo de Almeida Torres, José Geraldo de Vargas Júnior (UFES) e ao pesquisador Mirton José Frota Morenz 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 Gustavo, Renata e Carla por todo auxílio, dedicação e amizade demonstrados na condução deste experimento. Aos colegas de coração, Marielle, Letícia, Marjorie, Fernando, Tony e Roque.

Aos Zootecnistas, Weyllison, Regina, Marcelle e Anderson pela inestimável prestabilidade, colaboração e amizade.

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

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, Fernando e Vera, que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

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 tese em 14 de Fevereiro de 2006, obtendo o título de *Magister Scientiae*.

ÍNDICE

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I.....	21
DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO CINCO NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL COMBINADOS COM DOIS NÍVEIS DE CÁLCIO.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4. CONCLUSÃO.....	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ABSTRACT	41
CAPÍTULO II.....	42
QUALIDADE DOS OVOS E STATUS NUTRICIONAL DO TECIDO ÓSSEO DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E DOIS NÍVEIS DE CÁLCIO.....	42
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4. CONCLUSÃO.....	57
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
7. APÊNDICE.....	64

RESUMO

COSTA, Carlos Henrique Rocha. M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2006. **Níveis de fósforo e de cálcio em dietas para codorna japonesa em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Paulo Cezar Gomes.

Foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, um experimento com o objetivo de determinar os níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca) para codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) em início de postura. Foram utilizadas 700 codornas japonesas fêmeas com idade de 61 dias, durante o período experimental. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2; sendo cinco níveis de Pd e dois níveis de Ca, onde cada um dos tratamentos constitui-se de sete repetições e dez aves por unidade experimental. As dietas experimentais continham 2.900 Kcal de energia metabolizável /kg, 20% de proteína bruta e cinco níveis (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) de fósforo disponível, em combinação com dois níveis (2,5 e 3,2%) de cálcio, constituindo assim os dez tratamentos experimentais. A determinação das exigências de Pd e de Ca foi estimada através da variável produção de ovos, consumo de ração, peso do ovo, massa de ovos, produção de ovos comerciais, conversão alimentar, peso corporal, viabilidade, peso específico dos ovos, percentagem e peso de casca, percentagem e peso de gema, percentagem e peso de albúmem, espessura de casca, altura e diâmetro dos ovos, teores de Ca e P na casca, concentrações de Ca e P nos ossos, utilizando-se os modelos de regressão linear, quadrática e LRP (Linear Response Plateau), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico das aves e a menor soma de quadrado dos desvios obtida nas análises. Os níveis de Pd influenciaram de forma quadrática, a altura e o diâmetro médio dos ovos, o teor de Ca na casca, e a percentagem de Ca e P nos ossos. Foram influenciados linearmente pelos níveis de Pd na dieta a produção de

ovos comercializáveis, a conversão alimentar por dúzia de ovos, a percentagem e peso de gema nos ovos e a percentagem de P nos ossos para o menor nível de Ca. O peso da casca, a percentagem de casca, a espessura de casca, o peso específico, o teor de cálcio na casca e a percentagem de Ca nos ossos, foram influenciados pelos níveis de Ca na dieta. Não havendo influência dos tratamentos para produção de ovos, consumo de ração, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, viabilidade, peso médio final das aves e percentagem e peso de albúmem nos ovos. Desse modo, conclui-se que as exigências nutricionais para codornas japonesas durante a fase inicial de postura são de 2,5% de Ca e 0,31% de Pd para desempenho; de 3,2% de Ca e 0,40% de Pd para obtenção de melhor qualidade dos ovos e de 2,5% de Ca e 0,51% de Pd para obtenção de melhor status nutricional de Ca e P nos ossos. De acordo com as respostas biológicas obtidas pelas aves frente aos níveis de Pd e de Ca estudados, 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 de produção, uma vez que os ovos produzidos por aves que receberam dietas contendo 2,5% de Ca e nível igual ou superior a 0,31% de Pd, não apresentaram características externas e internas, que porventura pudessem inviabilizá-los para a comercialização. As aves que receberam dietas contendo nível igual ou superior a 0,31% de Pd, também não apresentaram prejuízos na sua estrutura óssea.

ABSTRACT

COSTA, Carlos Henrique Rocha. M.S., Universidade Federal de Viçosa, february, 2006. **Requirements of available phosphorus and calcium in diets of japanese quails in the production initial phase.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Committee Members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Paulo Cezar Gomes.

It was lead at the poultry sector of the DZO of UFV, an experiment with the objective to determine the levels of available phosphorus and calcium to quail japanese (*Coturnix coturnix japonica*) in initial production. It was used 700 japanese quails female with 61 days of age, during the experiment period. The experimental delineation was in completely randomized design in a factorial system of 5x2; being five levels of Pd and two levels of calcium, all treatments were composed by seven replicates and ten birds by experimental unit. The experimental diets were made with 2.900 Kcal of Mg/Kg, 20% of protein and varying phosphorus levels available (0.15; 0.25; 0.35; 0.45 e 0.55%), in combination with two levels of calcium (2.5 and 3.2%), constituting the experimental treatments. The determination of phosphorus and calcium requirements was obtained using egg production, ration consume, egg weight, egg mass, commercial egg production, feed conversion, corporal weight, viability, specific egg weight, percentage and egg shell weight, percentage and yolk weight, percentage and albumen weight, thickness of the egg shell, egg height, and eggs diameter, the calcium and phosphorus in the shell concentration, the calcium and phosphorus in the bones concentration, this estimate was obtained using linear, quadratic and Linear Response Plateau (LRP), agreeing with the better adjustment obtained to every variable, considering the biologic behavior of the birds and smaller square sum of deviation in analysis. Phosphorus levels influenced egg height, diameter egg, the calcium egg shell concentration and percentage of Ca and P in the bones in a quadratic way. Feed commercial

egg production, conversion per dozen eggs, yolk weight, percentage of yolk in the eggs and the percentage of phosphorus in the bones for the high calcium level were linearly influenced by the five levels of phosphorus in diet. The shell weight, the percentage of shell, thickness of shell, the specific weight, the concentration of Ca in the shell and percentage of Ca in the bones were also influenced by the calcium levels in diet. There was no influence of the treatments in production, ration consume, egg mass, feed conversion per eggs mass, viability, body weight of birds, and percentage and weight in the eggs. Thus, it is possible to conclude that the nutritional requirements for japanese quails during the initial phase of production are 2.5% of Ca and 0.31% of Pd for the best performance, 3.2% of Ca and 0.15% of Pd for obtaining the better nutritional status of Ca and Pd in the bones. In agreement with the biological responses obtained by the animals dependent of the levels of Pd and Ca studied, diets containing 2.5% of Ca and 0.31% of Pd are enough to provide good performance productive and good quality of the eggs of japanese quails during the initial period of production, once that the eggs produced by birds that received diets contained 2.5% of Ca and equal or highest levels than 0.31% de Pd, did not present external and internal characteristic that could make unfeasible to commercialization. The birds that received diets contained equal or highest levels than 0.31% of Pd did not present prejudice in its bones structure either.

1. INTRODUÇÃO

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), surgiu no Japão em 1910, através do cruzamento entre as codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*) com espécies selvagens. Desde então, iniciou-se a sua exploração, visando à produção de carne e principalmente de ovos.

A criação de codornas no Brasil teve o seu início no final da década de cinquenta (Brandão, 1991). Tendo alcançado sua época áurea somente entre os anos de 1986 e 1988, quando ocorreu uma super produção de ovos, causando a falência de vários produtores e conseqüente perda na produção e exploração dessas aves. No entanto, tem-se verificado retomada crescente na exploração da coturnicultura, principalmente nas regiões sudeste e sul do país (Pinto, 1998).

Os principais fatores que têm contribuído para a criação de codornas são o rápido crescimento, maturidade sexual precoce (40 a 45 dias), alta taxa de postura (em média 300 ovos/ave/ano), elevada densidade de criação (320 a 400 aves/m²), elevada vida produtiva (14 a 18 meses), baixo investimento e rápido retorno do capital investido (Albino & Barreto, 2003). Tais vantagens têm despertado interesses de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que venham a contribuir com o maior aprimoramento desta exploração como fonte de renda na produção avícola. Neste contexto, a coturnicultura tem se caracterizado como atividade de grande interesse. Segundo Fujikura (2002), a coturnicultura vem se destacando a cada ano como atividade produtiva no mercado agropecuário brasileiro, sendo que na década de 90 houve grande crescimento na produção de ovos devido à mudança nas características dos mercados atacadistas e varejistas, onde os ovos primordialmente comercializados “in natura” passaram também a ser processados em indústrias beneficiadoras, originando os chamados ovos descascados ou em conservas, estendendo assim o consumo para churrascarias, restaurantes, bares e lanchonetes.

Nos anos de 1999 a 2000 houve aumento de quase 17% no plantel de codornas, com aumento de 27% na produção de ovos. Em 2001 o plantel de codornas foi estimado em aproximadamente seis milhões de aves com uma

produção de 93.334 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2003). 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, para viabilizar a exploração racional tornam-se necessárias à realização de pesquisas objetivando a adoção de programas corretos de alimentação, práticas de manejo e sanidade. Também é importante ressaltar que no Brasil, o material genético existente precisa ser melhorado necessitando com urgência de programas de melhoramento genético para a obtenção de linhagens definidas. Além disso, as formulações de rações para essas aves, muitas das vezes, baseiam-se principalmente em dados estrangeiros pouco condizentes com as condições brasileiras, comprometendo às vezes dados de produtividade, devido a escassez de trabalhos nacionais.

É importante ressaltar que dentre os estudos dos níveis nutricionais, pouco destaque é dado aos minerais, que são indispensáveis na vida das aves, durante a fase de crescimento e de produção, por participar na formação do esqueleto e na composição da casca dos ovos.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar os níveis de fósforo disponível e de cálcio na dieta, que proporcione o melhor desempenho produtivo, melhoria na qualidade da casca dos ovos e melhor status nutricional do tecido ósseo de codornas japonesas em postura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Importância do cálcio e do fósforo no organismo animal

Juntamente com a proteína e a energia, os minerais exercem funções relevantes na nutrição das aves, sendo o cálcio e fósforo dois nutrientes importantes para assegurar a boa qualidade dos ossos e da casca dos ovos, devendo, por isso, estar em níveis adequados e bem equilibrados nas rações das aves de postura.

Esses macrominerais estão associados principalmente ao metabolismo do animal, particularmente na formação óssea, sendo que aproximadamente 98 a 99% do cálcio total do organismo e 80 a 85% do fósforo estão presentes nos ossos. Desta forma, os ossos são grandes depósitos para suprir a necessidade circulante destes elementos químicos, sofrendo constante remodelagem e renovação. Sendo assim, se a concentração de cálcio no sangue começa a diminuir, rapidamente o cálcio é mobilizado dos ossos para elevar o nível sangüíneo ao normal. Também é importante ressaltar, que dentre os minerais utilizados nas formulações de rações para aves, o fósforo é o que mais onera o seu custo final.

Os minerais são a parte inorgânica dos alimentos e dos tecidos. Eles são requeridos para a formação do esqueleto, como componentes de vários compostos orgânicos envolvidos em grande parte do metabolismo energético, de carboidratos de aminoácidos e de gorduras, do metabolismo do tecido neuromuscular, do desenvolvimento do esqueleto (Scott et al. 1982), como cofatores de enzimas e para a manutenção do balanço osmótico dentro do corpo da ave.

Segundo Breves & Schröder (1991) a distribuição do fósforo corporal é caracterizada por cerca de 80% nos ossos como hidróxiapatitas e os 20% resultantes localizados nas células, membranas celulares e fluídos corporais.

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

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

Em se tratando do cálcio plasmático, o mesmo pode existir nas formas ionizáveis ligados a proteínas (albumina, globulina) e compostos orgânicos (fosfato e outros ânions), sendo a principal delas a forma ionizável (Ca^{2+}).

Metade do cálcio plasmático está na forma solúvel ionizável, enquanto a outra metade está ligado a proteínas. Tem ainda pequena parte (5%) que está complexado com elementos inorgânicos não ionizáveis (Hays & Swenson, 1996). Este cálcio plasmático é essencial para a coagulação sangüínea, permeabilidade de membrana, excitabilidade neuromuscular, transmissão do impulso nervoso e ativação de sistemas enzimáticos.

Na produção de ovos, é de fundamental importância verificar os níveis de cálcio e fósforo que devem ser utilizados nas dietas, pois estão diretamente ligados à qualidade do ovo. O cálcio 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 fósforo participa também como constituinte de ácidos nucléicos, e componentes de muitas coenzimas, além de estar envolvido no armazenamento e transferência de energia em compostos fosforilados da glicose e seus derivados. O fósforo está envolvido em quase todas, se não em todas as reações metabólicas (McDowell, 1992), podendo ser considerado desta forma como um dos elementos químicos mais versáteis no corpo animal. Em aves, a concentração sangüínea de fósforo é de 35 a 45 mg/ 100 ml, sendo que aproximadamente 10% deste está na forma de fosfato inorgânico (Scott et al., 1982).

2.2 – 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 dihidroxicolecalciferol (1,25-(OH)₂D), que controla o nível de cálcio e de fósforo sangüíneo (McDowell, 1992).

Quando o animal apresenta reduzido nível plasmático de cálcio, as glândulas paratireóides são estimuladas a secretarem o PTH, que atua aumentando a absorção de cálcio do filtrado glomerular e diminuindo a absorção de fosfato (Champe & Harvey, 1996), além de mobilizar o cálcio dos ossos. O PTH também atua nos rins promovendo a conversão da forma inativa da vitamina D na forma ativa (1,25-(OH)₂D). Por sua vez, esta vitamina D ativa

estimula a mobilização óssea de cálcio, ao mesmo tempo em que aumenta a absorção intestinal do cálcio, por aumento na síntese de proteína ligadora de cálcio (McDowell, 1992).

Durante a mobilização do cálcio ósseo, o fosfato é liberado conjuntamente com o cálcio (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 PO_4^{3-} do plasma (Granner, 1990). Esse aumento da concentração plasmática de cálcio estimula as células C da glândula tireóide em mamíferos e as glândulas ultimobranquiais em aves (Hays & Swenson, 1996) a secretarem calcitonina, que tem como função reduzir a concentração de cálcio diminuindo a reabsorção óssea e aumentando a perda de íons cálcio e fosfato na urina (Champe & Harvey, 1996).

A excreção de cálcio e de fósforo ocorre por dois processos. O primeiro está relacionado ao material que não foi absorvido. O segundo é por via urinária, onde há controle hormonal na excreção renal. Este controle da excreção é altamente correlacionado com a quantidade de cálcio e fósforo no plasma, e este por sua vez reflete o estado fisiológico do animal num determinado momento. Assim, a excreção é influenciada de forma direta pela absorção e utilização dos elementos químicos pelo animal. Desta forma, o PTH atua reduzindo de forma direta a excreção de cálcio via urina e, indiretamente (ação da vitamina D) via fezes, ao mesmo tempo aumenta excreção de fósforo devido sua ação sobre os ossos liberando íons PO_4^{2-} na circulação.

2.3 - Absorção do cálcio e do fósforo no organismo animal

O cálcio e o fósforo da dieta são absorvidos no intestino delgado. A quantidade absorvida é dependente da fonte, proporção e níveis de cálcio e de fósforo, pH intestinal, vitamina D, 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 cálcio 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 fósforo, 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.

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

Em aves, dietas deficientes em cálcio 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 cálcio, ou utilizar cálcio do osso para formação da casca. Elaroussi et al. (1994) encontraram que em poedeiras em produção, o aumento da demanda de cálcio é acompanhado por aumento da absorção intestinal e diminuição da excreção renal, ao mesmo tempo em que, maior concentração de cálcio disponível no trato digestivo durante o período de formação da casca conduziria a uma mobilização diminuída de reserva de cálcio do osso (Farmer et al., 1986).

2.5- Interação entre cálcio, fósforo e outros minerais.

O cálcio e o fósforo 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 cálcio podem alterar a utilização de fósforo, devido a alteração da relação Ca: P (Anderson et al., 1995). Entretanto, altos níveis de fósforo também podem causar deficiência de cálcio.

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

Trabalhando com dietas com níveis de 2,4 e 6% de Ca e 0,12 e 0,42% de fósforo disponível para poedeiras, Rao & Roland (1990) concluíram que, com a utilização de dietas com baixo nível de fósforo disponível e níveis normais ou expressivos de cálcio, as aves tiveram o cálcio 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 e Keshavarz., 1987). No entanto, mesmo utilizando-se níveis normais de Ca, ou seja, dentro das recomendações nutricionais do respectivo mineral, baixo fósforo dietético também resultará em condições similares de excesso do Ca urinário, o qual pode predispor os rins em anormalidades renais.

Em se tratando de outros minerais, o magnésio quando em excesso na dieta aumenta a necessidade de cálcio, principalmente, durante a fase de produção, onde o conteúdo de cálcio seria aumentado para melhorar a qualidade da casca e integridade óssea (Atteh & Leeson, 1983). Lee & Briton (1980), citados por Hess e Briton (1997), observaram que o excesso de magnésio na

alimentação reduz o crescimento e o desenvolvimento ósseo, e altera o metabolismo de fósforo aumentando sua necessidade dietética.

No caso do manganês, os efeitos do cálcio e do fósforo sobre este mineral em dietas de aves, mostram que o nível de cálcio por si só, pouco influencia no seu aumento no osso. Entretanto o excesso de fósforo dietético, indiferentemente da forma catiônica, reduz a deposição de manganês no osso acima de 50%, (Wedeking & Baker, 1990 e Wedeking et al., 1991).

O sódio e o alumínio também interagem com o fósforo dietético. Harms (1982), verificou que a suplementação com bicarbonato de sódio na dieta de poedeiras, aumentou a excreção do excesso de fósforo, 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 et al. (1991), esta melhoria estaria relacionada com a ligação do alumínio proveniente do aluminossilicato com os íons de fósforo no sangue, diminuindo, conseqüentemente, o fósforo sangüíneo, resultando em aumento da produção do $1,25-(OH)_2D_3$ no plasma, aumento da reabsorção óssea e da absorção intestinal de cálcio, 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.

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

São poucas as informações disponíveis na literatura sobre a nutrição de codornas. Para a formulação de rações para codornas são comumente utilizadas tabelas de exigências nutricionais confeccionadas 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 iniciais e de crescimento e nem ao menos para os níveis nutricionais recomendados para a fase inicial e de produção de ovos.

O NRC (1994) mostra as exigências nutricionais de codornas japonesas sem precisar, entretanto, o término do período de crescimento, ao passo que o AEC (1987) divide a fase inicial de criação em períodos de 0 a 3 e de 4 a 7 semanas e ambas as tabelas referem-se às exigências nutricionais na fase de produção em apenas uma fase para todo o período de produção. Não bastando, as recomendações de Ca e P do AEC são substancialmente mais elevadas que as do NRC.

Para codornas em reprodução, Nelson et al. (1964) obtiveram pico de produção de ovos de 90% e boa eclodibilidade com dietas contendo 2,5 a 3,0% de Ca e 0,8% de P. Por outro lado, Krishna & Howes (1966) citados por Vohra (1971) sugerem uma dieta com 4,0% de Ca e 1,25% de P para estas aves.

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, reduziu a ingestão de alimento sem influenciar no peso corporal das codornas, contudo, a produção de ovos foi reduzida de 74% para 10% e 20% na deficiência de 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 nas dietas com 3,0% de Ca e 0,76% de P. 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 sofreu diminuição com 0,65% de P, e 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 declinou 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 P, 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 tíbia, ocorreram com os níveis de 2,5% de Ca e 0,36% de Pd.

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

A quantidade de cálcio necessário para maximizar a mineralização do osso e da casca do ovo é maior do que o necessário para outras funções, e é tipicamente usada como critério de resposta para fixar o requerimento.

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

Em rações com maiores níveis de cálcio, maior quantidade deste mineral seria absorvido. Isso aumentaria a disponibilidade de cálcio no trato digestivo,

fazendo com que durante o período de formação da casca, houvesse menor mobilização da reserva desse mineral no tecido ósseo (Farmer et al., 1986).

Carew & Foss (1980), trabalhando com diferentes níveis de fósforo, encontraram que nos níveis abaixo do requerido para ótimo desempenho, o nível deste no osso foi reduzido, sem que houvesse efeito na resistência óssea.

Enquanto que Cortese Neto (1992), citado por Rostagno et al. (1996), observou que com o aumento do fósforo disponível na ração houve aumento do fósforo na cinza, sem afetar o teor de cinza nos ossos.

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.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEC. **Recomendação para a nutrição animal**. 5ªed. France, RhônePoulenc, 1987. 86p.
- 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**, 74: 1079 – 1092, 1995.
- 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**, 62: 1261 – 1268, 1983.
- ALBINO, L.F.T. & BARRETO, S.L.T. **Codornas: Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.
- ANDUJAR, M.M.; NAVARRO, M.P. & VARELA, G. Effect of the Ca:P ratio on the utilization of both nutrients by laying quail. **Rev. Esp. Fisiol.** v.33, n.4, p.305-310, 1977.
- 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**, 117: 1347 – 1352, 1987.
- BREVES, G. & SCHRÖDER, B. Comparative aspects of gastrointestinal

- phosphorus metabolism. **Nutricion Researchreviews**, v.4, n., p.125-140, 1991.
- CAREW, L. B. & FOSS, D. C. Dietary phosphorus levels during growth of brown egg type replacement pullets. **Poultry Science**, 59: 812 – 818, 1980.
- CHAMPE, P.C. & HARVEY, R.A. Aminoácidos: Catabolismo dos Esqueletos de Carbono. **Bioquímica Ilustrada**. Artes Médicas, Porto Alegre, 2ª edição, 1996, p. 249 – 262.
- ELAROSSI, M. A.; FORTE, L. R.; EBER, S. L. et al. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. **Poultry Science** 73: 1581 – 1589, 1994.
- FARMER, M., ROLAND SR., D. A. & CLARK, A. J. Influence of dietary calcium on bone calcium utilization. **Poultry Science**, 65: 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, Apr. 1991.
- FROST, T J.; ROLAND, SR, D. A. Barnes, D.G., et al. The effect of sodium zeohte a and cholecalciferol on plasma levels of 1,25 dihydroxy cholecalciferol, total calcium, ionized, and phosphorus in commercial leghorns. **Poultry Science**, Champaign, 71 (5): 886 – 93, May. 1992.
- FUGIKURA, W. S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, I.. 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, 2002.p.1.
- GARCIA. J., MURAKAMI, AE., FURLAN. A .C., et al. Exigências nutricionais

de cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.733-739, 2000.

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

HESS, J. B. & BRITON, W. M. Effects of dietary magnesium excess em White leghorn hens. **Poultry Science**, 76: 703 – 710, 1997.

HURWITZ, S., FISHMAN, S. & TALPAZ, H. Calcium Dynamics: A Model System Approach. **Journal Nutrition**, 117: 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**, 67: 950 – 955, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, Sistema IBGE de recuperação Automática. Disponível em < [http:// www. Ibge.br/sidra](http://www.Ibge.br/sidra) > Acesso em 30 de agosto , 2003.

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.

KESHAVARZ, K.. Interaction between calcium and phosphorus in laying hens. Nutrition Report International, Los Altos, 36: 9 – 20, 1987.

KESHAVARZ, K. & McCORMICK, C. C. Effect of sodium aluminosilicate, oystershell, and their combinations on acid-base balance and egg shell quality: **Poultry Science**, Champaign, 70 (2): 313 – 25, Feb. 1991.

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

McDOWELL, L.R. Vitamins in animal nutrition. 1st edition, Academic Press, San Diego, 1989. 486p.

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

NELSON, F.E., LAUBER, J.K. & MIROSHI, L. Calcium and phosphorus requirements for breeding coturnix quail. 1964. **Poultry Science**, v.43, p.1346 (Abstracts).

NEWMAN, S., & LEESON, S. Skeletal Integrity in Layers at the Completion of Egg Production. **World's Poultry Science Journal** 53: 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.

PINTO, R. **Níveis de proteína e energia para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura**. Viçosa, MG: UFV, 1998, 71p. Dissertação

(mestrado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa.

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, 69(11): 1991 – 7, Nov. 1990.

ROLAND, SR. D.A. The relationship of dietary phosphorus and sodium aluminosilicate to the performance of commercial leghorns. *Poultry Science*, Champaign, 69 (1): 105 – 12, Jan. 1990.

ROLAND, SR. D.A. ; BARNES, D.G. & LAURENT, S.M. Influence of sodium aluminosilicate, hidroxy-sodalite, carnegielite, aluminum sulfate, and aluminum phosphate on performance of commercial leghorns. *Poultry Science*, Champaign, 70 (4): 805 – 11, Apr. 1991.

ROSTAGNO, H. S., BARBARINO JR., P. & BARBOZA, W. A. Exigências nutricionais de aves determinadas no Brasil. In ... Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. Editado por HORÁCIO SANTIAGO ROSTAGNO. Viçosa M.G. 1996. P. 361 – 388.

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

SUMMERS, J. D.; GRANDHI, R. & LEESON, S. Calcium and phosphorus requirements of the laying hen. *Poultry Science*, Champaign, 55 (1): 402 – 13, Jan. 1976.

- 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.
- 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.
- TAHER, A. L. GLEAVES, E. W. & BECK, M. Special calcium appetite in laying hens. **Poultry Science**, 63: 2261 – 2267. 1984.
- 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 review of the nutrition of japanese quail. **Words Poultry Science Journal**, v.27, n.1, p.26 – 35, 1971.
- VOHRA, P.A., SIOPEs, 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.; TITGEMEYER, E.C.; TWARDOCK, A. R. et al. Phosphorus, but not calcium, affects manganese absorption and turnover in chicks. **Journal Nutrition**, Bethesda, 121 (11): 1776 – 86, Nov. 1991.
- WEDEKIND, K. J. & BAKER, D. H. Effect of varying calcium and phosphorus level on manganese utilization. **Poultry Science**, Champaign, 69 (7): 1156 – 64, Jul. 1990.
- 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, 64 (12): 2300 – 7, Dec. 1985.

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

Com a finalidade de estudar os efeitos dos níveis de Pd e de Ca sobre o desempenho das aves, foram utilizadas 700 codornas fêmeas da espécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 61 dias de idade, durante quatro períodos experimentais de 21 dias, durante os meses de setembro a novembro de 2005. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5x2; sendo constituído de dez tratamentos (cinco níveis de Pd) em combinação com (dois níveis de Ca), com sete repetições e 10 aves por unidade experimental. As dietas foram isocalóricas, isoprotéicas e isoaminoacídicas, formuladas a base de milho e de farelo de soja, variando em cinco níveis de Pd (0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55%) em combinação com dois níveis de Ca (2,5 e 3,2%) constituindo-se assim os tratamentos experimentais. Não houve interação significativa dos níveis de cálcio (Ca) e de fósforo (Pd) da dieta, para nenhum dos parâmetros de desempenho estudados, demonstrando que os efeitos dos níveis de ambos os minerais comportaram-se de forma independente. O aumento dos níveis de fósforo na dieta melhorou linearmente ($P < 0,05$) a percentagem de ovos comercializáveis, até 0,31% de Pd, e a conversão alimentar por dúzia de ovos até o nível de 0,55% de Pd. Para os demais parâmetros avaliados não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Ca e de Pd da dieta. Considerando-se que a variável percentagem de ovos comercializáveis seja mais importante que a conversão alimentar por dúzia de ovos, conclui-se que as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura, em termos de desempenho, são de 2,5% de Ca e 0,31% de Pd na dieta, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 596 mg de Ca, e de 73,6 mg de Pd.

ABSTRACT

Looking for to study about the effects of levels of Pd and Ca over birds performance, was used 700 japanese quails female with 61 days of age, during 4 periods of 21 days, during September until November at 2005. The experimental delineation was in completely randomized design, in a factorial system of 5x2; being constituted of 10 treatments (five levels of Pd) in combination with (two levels of Ca), with 7 repetitions and 10 birds for experimental unit. The diets had been isocalóricas, isoprotéicas and isoaminoacídicas, base of maize and bran of soy, changing in five levels of Pd (0.15; 0.25; 0.35; 0.45; 0.55%) in combination with two levels of calcium (2.5 and 3.2%) constituting the experimental treatments. There is no significant interaction of levels calcium (Ca) and phosphorus (Pd) of the diet to parameters of performance studied, showing that effects of the levels of both minerals have independent behavior. The increase of the levels of Pd in the diet linearly improved ($P < 0.05$) the egg percentage commercialized, up to 0.31% of Pd, and the alimentary conversion for dozen off eggs until the level of 0.55% of Pd. For the others parameters, it did not have significant effect ($P > 0.05$) of the levels of Pd of the diet. Considering that the variable commercial egg production is more important than conversion per dozen eggs, we can conclude that the nutritional requirements for japanese quails in production, in performance terms, are 2.5% of Ca and 0.31% of Pd in diet, corresponding respectively at daily consume of 596 mg of Ca and 73.6 mg of Pd.

CAPÍTULO I

DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO CINCO NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL COMBINADOS COM DOIS NÍVEIS DE CÁLCIO

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade que vem se desenvolvendo gradativamente ao longo dos anos. Tal desenvolvimento é de extrema importância já que, na maioria das vezes, resulta na otimização do processo produtivo, ou seja, na diminuição das perdas e no aumento do lucro final.

Atualmente, muito se fala sobre esse tipo de criação, mas pouco se sabe sobre o desempenho produtivo, manejo e nutrição das codornas japonesas (Zampronio et al., 1996). Então, faz-se necessário maximizar a produção adequando às condições brasileiras.

Dos minerais que normalmente são suplementados em dietas de poedeiras, o fósforo e o cálcio requerem atenção especial, por participarem de funções metabólicas essenciais no seu organismo, estando altamente relacionados com a produção e qualidade dos ovos. Além disso, é importante ressaltar que o fósforo é o mineral que mais onera o custo da alimentação.

O consumo de quantidades inadequadas, de fósforo, pode provocar problemas de anormalidades esqueléticas, aumento da mortalidade, redução na produção e má qualidade da casca do ovo com altos índices de quebra, entre outros (Daghir et al., 1985; Roland, 1989 e 1992 e Junqueira, 1993). Portanto, a alimentação de poedeiras tem sido alvo de inúmeras pesquisas no sentido de adequar os níveis nutricionais, com o máximo desempenho econômico dessas aves. Todavia, a respeito da suplementação ideal de cálcio e de fósforo, existe ainda controvérsias entre os pesquisadores.

O NRC (1994) sugere ser a exigência nutricional de Ca de 2,5% e de Pd de 0,35% para codornas japonesas em postura. Por outro lado, o INRA (1999),

sugere ser a exigência nutricional entre 3,0 a 3,4% de Ca, dependendo do nível de energia da dieta, para a mesma fase citada anteriormente.

Com a finalidade de direcionar o estudo do fósforo e do cálcio às nossas condições ambientais, o experimento foi conduzido com o objetivo de estudar os efeitos dos níveis de fósforo disponível e de cálcio na dieta sobre o desempenho de codornas japonesas em postura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado num galpão, situado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de setembro a novembro de 2005.

Foram utilizadas 700 codornas japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), em postura, com 61 dias de idade, durante quatro períodos experimentais de 21 dias.

Antes de iniciarem a postura, as aves foram pesadas individualmente aos 37 dias de vida, e selecionadas aquelas que apresentaram peso médio corporal de 125g. Posteriormente, 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. Foi colocado 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, ambos percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro posicionado na parte frontal das baterias e o bebedouro localizado no interior da bateria, posicionados entre as gaiolas pela parte posterior.

Optou-se pela uniformidade em postura e não em peso corporal, devido ao provável stress sofrido pelas aves, para o início do experimento. No início do período experimental, aos 61 dias de idade, as aves já apresentavam taxa de postura equivalente à 56%.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5x2; sendo constituído de dez tratamentos (cinco níveis de Pd em combinação com dois níveis de Ca na dieta), com sete repetições e 10 aves por unidade experimental.

Foram formuladas 10 dietas experimentais, sendo isocalóricas, isoprotéicas e isoaminoacídicas, a base de milho e de farelo de soja, com cinco níveis de Pd (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) em combinação com dois níveis de Ca (2,5 e 3,2%) constituindo-se assim os tratamentos experimentais (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Composições percentuais, químicas e valor energético da ração contendo 2,5% de Ca, na matéria natural.

Ingredientes	Níveis de fósforo disponível (%)				
	0,15%	0,25%	0,35%	0,45%	0,55%
Milho	54,380	54,380	54,380	54,380	54,380
Farelo de Soja (45%)	34,219	34,219	34,219	34,219	34,219
Óleo de Soja	3,017	3,017	3,017	3,017	3,017
Fosfato Bicálcico	0,243	0,783	1,324	1,864	2,405
Calcário	6,099	5,754	5,409	5,065	4,720
Sal	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
L- Treonina	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
DL-Metionina (99%)	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
L- Lisina.HCl (79%)	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165
Cloret. de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Surmax ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Mistura Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura Vitaminica ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁵	0,885	0,690	0,494	0,298	0,102
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Proteína (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Energ.Metab. (Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Cálcio (%)	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Fósforo disponível (%)	0,150	0,250	0,350	0,450	0,550
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Lisina total(%)	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Met + Cistina total (%)	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Met+ Cistina digest.(%)	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
Treonina total (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Treonina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Triptofano total (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Triptof. digestível (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224

¹ Avilamicina (10%)

² 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.

³ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

⁴ Butil-hidróxi-tolueno

⁵ Areia lavada

Tabela 2 – Composições percentuais, químicas e valor energético da ração contendo 3,2% de Ca, na matéria natural.

Ingredientes	Níveis de fósforo disponível (%)				
	0,15%	0,25%	0,35%	0,45%	0,55%
Milho	50,582	50,582	50,582	50,582	50,582
Farelo de Soja (45%)	34,912	34,912	34,912	34,912	34,912
Óleo de Soja	4,303	4,303	4,303	4,303	4,303
Fosfato Bicálcico	0,252	0,793	1,333	1,874	2,414
Calcário	7,915	7,569	7,225	6,880	6,535
Sal	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
L- Treonina	0,047	0,048	0,048	0,048	0,048
DL-Metionina (99%)	0,346	0,341	0,341	0,341	0,341
L- Lisina.HCl (79%)	0,153	0,165	0,165	0,165	0,165
Cloret. de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Surmax	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Mistura Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura Vitaminica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁴	0,886	0,690	0,495	0,299	0,103
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Proteína (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Energ.Metab. (Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Cálcio (%)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Fósforo disponível (%)	0,150	0,250	0,350	0,450	0,550
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Lisina total(%)	1,209	1,209	1,209	1,209	1,209
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Met + Cistina total (%)	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Met+ Cistina digest.(%)	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
Treonina total (%)	0,830	0,830	0,830	0,830	0,830
Treonina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Triptofano total (%)	0,252	0,252	0,252	0,252	0,252
Triptof. digestível (%)	0,226	0,226	0,226	0,226	0,226

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.

² Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

³ Butil-hidróxi-tolueno

⁴ Areia lavada

Água e ração foram fornecidas à vontade ao longo de todo o período experimental. No entanto, a ração foi fracionada em dois fornecimentos diários às 8:00 e às 16:00 horas, com objetivo de evitar o desperdício.

As dietas experimentais foram formuladas para atender as exigências

nutricionais das codornas seguindo as recomendações preconizadas pelo NRC (1994), exceto para as exigências de metionina + cistina digestível e lisina digestível, as quais foram baseadas nas recomendações de Pinto et al (2003). Foi considerada a energia metabolizável dos aminoácidos incorporados na dieta.

O manejo diário consistia em recolher e contabilizar os ovos, fornecer ração, limpar os bebedouros e os aparadores de ovos e realizar leitura das temperaturas e umidade relativa do ar (UR). As temperaturas (°C) e a UR das salas 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 em pontos estratégicos no galpão. As médias obtidas são observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Temperaturas máxima e mínima média (°C) e umidade relativa média (%) registrada de acordo com o período experimental.

Idade das Aves (dias)	Temperatura (C°)			UR%
	Mín.	Máx.	Média	
1° Período (61 - 82)	20,2	27,8	24,0	81,5
2° Período (83 - 103)	19,2	28,5	23,8	72,8
3° Período (104 - 124)	22,6	27,3	25,0	77,8
4° Período (125 - 145)	21,4	24,6	23,0	77,4
Média	20,85	27,05	-----	77,4

O programa de iluminação iniciou-se com 45 dias de idade das aves, sendo fornecido inicialmente 14 horas de luz, e com aumentos semanais de 30 minutos de luz até atingir 17 horas de luz diária, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. Este fornecimento de luz era 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.

Modelo Estatístico Utilizado para Anova:

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

Onde:

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

m = constante geral do experimento;

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

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

CaP_{ij} = efeito da interação $Ca \times P$;

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

Os dados foram analisados, utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, da Universidade Federal de Viçosa (2004). Posteriormente, os efeitos dos níveis de Pd e 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. No entanto, a fim de se obter a exigência nutricional de Pd para a variável ovos comercializáveis, optou-se pelo Linear Response Plateau (LRP), uma vez que esse modelo apresentou soma de quadrado dos desvios (SOD) inferior ao da regressão, apresentado pelo modelo linear.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros de desempenho: produção média de ovos (por ave/dia, por ave alojada e ovos comerciais), viabilidade, consumo de ração, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar (por massa e dúzia de ovos) e peso final das aves.

1- Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente às 8:00h. A produção média de ovos durante os quatro períodos de 21 dias foi 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.

2- Viabilidade

O total de aves mortas, por unidade experimental, foi anotado diariamente. Esse valor foi subtraído do número total de aves vivas presentes na respectiva unidade, sendo os valores obtidos convertidos em porcentagem no final do experimento.

3- Produção de ovos comercializáveis

Para determinação do número médio de ovos comercializáveis, durante o período de 84 dias, foi computado diariamente nesta categoria o número de ovos quebrados, com casca mole e sem casca. A relação entre ovos viáveis e totais de ovos produzidos durante todo o período experimental foi expressa em porcentagem para cada tratamento.

4- 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 foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

5- Peso médio dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados, durante os três últimos dias de cada um dos quatro períodos, em balança com precisão de 0,001g para obtenção do peso médio dos ovos na parcela.

6- 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.

7- Conversão alimentar

Foi avaliada a conversão por dúzia de ovos, que foi expressa 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.

8- Peso médio final

Todas as aves foram pesadas ao término do experimento, para determinação do peso médio final das aves de cada tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se constatar que não houve interação significativa dos níveis de Ca e de fósforo Pd da dieta, para nenhum dos parâmetros de desempenho estudados, demonstrando que os níveis de cálcio e de fósforo comportaram-se de forma independente, sendo as variáveis analisadas pelos seus efeitos principais (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Níveis nutricionais de fósforo no desempenho de codornas japonesa.

Variáveis Estudadas	Níveis de Pd (%)					Efeito	CV
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55		
Ovos/ dia (%)	90,215	89,355	90,505	90,715	90,100	Ns	3,79
Ovos/ alojada (%)	88,665	87,175	89,780	89,215	90,060	Ns	4,82
Viabilidade (%)	96,43	95,71	90,71	97,14	99,28	Ns	12,72
Ovos comerciais (%)	97,790	98,370	98,655	98,870	98,665	P<0,05*	1,175
C. Ração (g)	24,105	23,790	23,745	23,800	23,505	Ns	3,850
Peso ovo (g)	12,325	12,150	12,305	12,195	12,120	Ns	2,42
Massa de ovos (g)	11,123	10,858	11,142	11,067	10,926	Ns	4,90
Conversão MO (g)	2,169	2,192	2,133	2,153	2,154	Ns	3,74
Conversão DZ (Kg)	0,389	0,390	0,381	0,382	0,373	P<0,05*	5,35
Peso Final (g)	191,11	188,08	188,01	187,93	186,70	Ns	2,93

* Efeito Linear;

Ns - Não significativo (P>0,05);

Tabela 5. Níveis nutricionais de cálcio no desempenho de codornas japonesa.

Variáveis Estudadas	Níveis de Ca (%)		Efeito	CV
	2,5	3,2		
Ovos/dia (%)	90,078	90,278	Ns	3,79
Ovos/ alojada (%)	88,960	88,998	Ns	4,82
Viabilidade (%)	97,43	94,28	Ns	12,72
Ovos comerciais (%)	98,242	98,698	Ns	1,175
C. Ração (g)	23,866	23,712	Ns	3,850
Peso ovo (g)	12,192	12,246	Ns	2,42
Massa de ovos (g)	10,987	11,060	Ns	4,90
Conversão MO (g)	2,175	2,146	Ns	3,74
Conversão DZ (Kg)	0,384	0,383	Ns	5,35
Peso Final (g)	186,85	189,88	Ns	2,93

Ns - Não significativo ($P>0,05$);

Dietas com 3,2% de Ca proporcionaram, em valor absoluto, menor consumo de ração, quando comparadas às dietas com 2,5% de Ca (Tabela 5). Este resultado está de acordo com o encontrado por Pedroso et al. (1999), que também não encontraram diferenças significativas para a variável mencionada acima, trabalhando com níveis de 2,5; 3,0 e 3,5% de Ca na dieta de codornas. No caso do Pd, observou-se que as aves que receberam dietas formuladas com o menor nível, 0,15%, consumiram mais ração, porém sem diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 4). Garcia et al. (2000), estudando níveis de 2,5 a 4,0% de Ca e 0,27 a 0,42% de Pd na dieta, observaram que níveis crescentes de Ca diminuiriam linearmente o consumo de ração e que o aumento dos níveis de Pd apresentou efeito quadrático ($P<0,05$), onde o maior consumo ocorreu no nível de 0,36% de Pd.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para a produção de ovos/ave/dia, sendo assim, pode-se afirmar que os níveis de Ca e de Pd da dieta não

influenciaram a taxa de postura diária das codornas. Observou-se também que dietas contendo 3,2% de Ca proporcionaram, em valores absolutos, aumento de 0,22% no número de ovos produzidos por ave/dia. No caso do fósforo, dietas contendo 0,45% Pd propiciaram, em valores absolutos, aumento de 1,5% na produção de ovos quando comparado a dietas contendo 0,25% de Pd (Tabela 4). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Pedroso et al. (1999) que não observaram diferença significativa para percentagem de postura, ao estudarem dietas contendo níveis de 2,5; 3,0 e 3,5% de Ca combinados com 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% de Pd para codornas japonesas. No entanto, Garcia et al. (2000) avaliando codornas japonesas no pico de postura que receberam dietas contendo níveis de 2,5 a 4,0% de Ca e 0,27% a 0,42% de Pd, observaram que o nível 3,06% de Ca e 0,36% de Pd proporcionou aumento na produção de ovos. Shirivastav & Panda (1999) determinaram que o nível de 2,8% de Ca e 0,45% de Pd proporciona maior taxa de postura às aves.

A produção média de ovos por ave alojada não sofreu influência ($P>0,05$) dos níveis de Ca e Pd da dieta, uma vez que a produção de ovos/ave/dia não variou significativamente ($P>0,05$) diante dos diferentes níveis, de ambos os minerais, na dieta. A viabilidade também não foi influenciada ($P>0,05$), conforme apresentado nas tabelas 4 e 5.

A mortalidade acumulada durante todo o experimento (84 dias) foi de apenas 2,86%. Dessa forma, essa variável não poderia provocar, por si só, qualquer efeito na produção média de ovos/ave/alojada. Porém é importante mencionar que são escassos os trabalhos científicos que determinam a produção de ovos por ave alojada para codornas. Sendo este um parâmetro importante que deve ser observado, uma vez que, a mortalidade das codornas durante a fase de postura é elevada quando comparada à mortalidade de galinhas poedeiras. Em granjas comerciais a mortalidade semanal de galinhas poedeiras é de 0,16%, enquanto que a de codornas japonesas é de 0,58%, segundo Murakami et al., (1998).

Segundo Pereira (2004) à medida que a idade das codornas aumenta, há queda na produção de ovos por ave alojada, em função da redução da taxa de

postura e do aumento da mortalidade das aves. Porém não foi possível observar tais efeitos no atual experimento, uma vez que as aves possuíam idade inferior ao experimento citado anteriormente, e a mortalidade foi baixa durante todo o período experimental.

O aumento do nível de Pd na dieta aumentou a produção dos ovos viáveis para a comercialização até o nível de 0,31% (figura 1). No entanto, o Ca não influenciou na qualidade dos ovos produzidos (Tabela 5). O mesmo foi observado por Pereira (2004) que não encontrou influência dos níveis de Ca na qualidade dos ovos destinados à comercialização. De acordo com o autor, níveis de inclusão de Ca na dieta abaixo da exigência de 2,5% de Ca determinado pelo NRC (1994), não interferem na produção de ovos comerciais no período de 56 até 171 dias de idade.

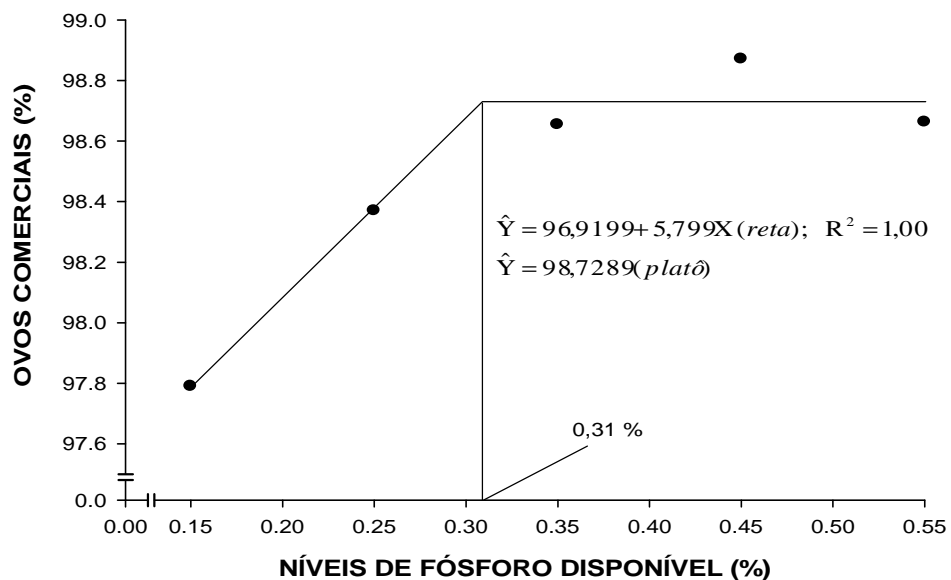


Figura 1. LRP da produção de ovos comercializáveis em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

Como demonstrado nas tabelas 3 e 4, os níveis de Ca e de Pd não influenciaram ($P > 0,05$) o peso médio dos ovos. Isso pode ser explicado pelo fato de que dentre os níveis estudados houve pouca alteração no peso médio dos ovos entre os tratamentos, (0,49% de variação do menor para o maior nível de Ca e 1,6% de variação do menor para o maior nível de Pd) ou por não ter havido diminuição significativa no consumo de ração, com o aumento do nível de Ca e

Pd na dieta. Fato este que é confirmado por Junqueira (1993), ao relatar que obteve não só diminuição do peso dos ovos, mas associada a ela, redução do consumo de ração pelas aves em sua pesquisa.

Estes resultados são condizentes aos encontrados por Pedroso et al.(1999) que utilizando níveis de 2,5 a 3,5% de Ca e de 0,25% a 0,85% de Pd na dieta das aves, não verificaram influência significativa do Ca e do Pd sobre o peso médio dos ovos. O mesmo foi encontrado por Masukawa et al. (2001), conduzindo trabalho com níveis de Ca na dieta de codornas japonesas. Por outro lado, Garcia et al. (2000), trabalhando com níveis de 0,27 a 0,42% de Pd e níveis de 2,5 a 4,0% de Ca na dieta observaram diminuição linear ($P < 0,01$) no peso dos ovos com o aumento dos níveis de Ca na ração de codornas.

A massa de ovos, também não foi influenciada pelos níveis estudados, provavelmente pela não influência ($P > 0,05$) dos diferentes níveis de Ca e de Pd testados nas dietas, sobre a produção e peso médio dos ovos.

Não se observou, nas tabelas 4 e 5, efeito dos níveis de Pd e de Ca sobre a conversão alimentar por massa de ovos ($P > 0,05$). Isso pode ser explicado pelo fato do maior nível de Ca na dieta (3,2%) e dos níveis de Pd não terem influenciado o consumo de ração, a produção de ovos e conseqüentemente a massa de ovos. Entretanto, Garcia et al. (2000) constataram em sua pesquisa, que os níveis de Pd influenciaram de forma quadrática a conversão alimentar (Kg/Kg), e que a melhor conversão encontrada foi obtida com o nível de 0,36%. Porém, não foi encontrado efeito significativo ($P > 0,05$) do Ca para a variável mencionada anteriormente. Resultados semelhantes, no que se refere apenas ao Ca, foram encontrados por Masukawa et al. (1996) que trabalharam com dietas contendo níveis de 2,0 a 3,5% de Ca para codornas em postura.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de Pd sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 4), onde 0,55% Pd foi o nível que proporcionou a melhor conversão (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Garcia et al.(2000), que observaram melhoria linear na conversão alimentar(Kg/dz) com o aumento dos níveis de Pd, porém os níveis de Ca não influenciaram essa variável. No entanto, Maggioni et al. (1998), que trabalharam

com três níveis de Ca (3,5; 4,5; e 5,5%) em combinação com dois níveis de Pd (0,3 e 0,4%) em dietas de galinha poedeira com 60 semanas de idade, durante um período de 56 dias, verificaram, que os níveis de Ca das dietas, pioraram linearmente a conversão alimentar. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira (2004) e Masukawa et al. (1996) que trabalharam com 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.

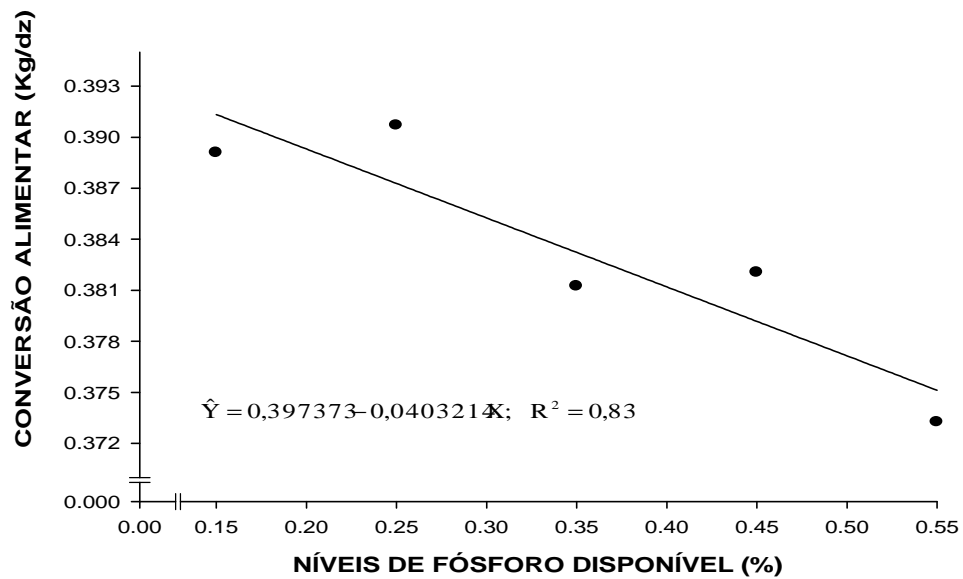


Figura 2. Conversão alimentar por dúzia de ovos em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

No caso do peso médio final das aves, a dieta formulada com 3,2% de Ca proporcionou às aves, 1,6% a mais de peso médio final do que a dieta contendo 2,5% de Ca, porém esse aumento não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5). Também não se verificou influência significativa, dos níveis de Pd sobre a variável mencionada (Tabela 4).

4. CONCLUSÃO

Considerando-se que a variável percentagem de ovos comercializáveis seja mais importante que a conversão alimentar por dúzia de ovos, conclui-se que as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura, em termos de desempenho, são de 2,5% de Ca e 0,31% de Pd na dieta, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 596 mg de Ca, e de 73,6 mg de Pd.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAGHIR, N.J.; FARRAN, M.T. & KAYSI, J.A. Phosphorus requirements of laying hens in a semiarid continental climate. **Poultry Science**, Champaign, 64 (7): 1382 – 4, Jul. 1985.
- FROST, T. J. & SR. ROLAND, D. A. The influence of various calcium and phosphorus levels on bone formation and production of pullets during peak production. **Poultry Science**, 68 Supplement 1, Abstracts. 1989.
- 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.
- 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.
- MAGGIONI, R.; RUTZ, F.; PIECZARKA, V. et al. Interação entre cálcio e fósforo da dieta sobre o desempenho de poedeiras semipesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu. **Anais...** Botucatu - SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.
- 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: FACTA, 1996. p.35.

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.

MURAKAMI, A.E. et al. PRODUÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS. 1998. 79p.

NATIONAL RESERCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, National Academy of Sciences: 1994. 155p.

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**, 15:2, p. 135-139, 1999.

PEREIRA, C.A. **Exigência nutricional de cálcio para codornas japonesas durante o pico de postura**. Viçosa, MG: UFV, 2004, 60p. Dissertação (mestrado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa.

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

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

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

- ROLAND, SR. D. A. Phosphorus requirements of commercial leghorns. In: **NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY**, 26, Georgia, 1989. **Proceedings...** Atlanta, 1989. p. 26 – 35.
- ROLAND, SR. D. A.. Recent developments with calcium and phosphorus whit emphasis on osteopenia in commercial laying hens. In: **MINI – SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**, 7, Campinas, 1992. **Anais...** Campinas, CBNA, 1992. P. 85 – 102.
- SHIRIVASTAV, A.K. & PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **World's J. Poultry Science.**, 55(1):73 – 81, 1999.
- 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.
- ZAMPRONIO, E.C., MORAES, V.M.B., MALHEIROS, R.D. Efeito da muda forçada sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos em codornas (*Coturnix coturnix japonica*). In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 1996. Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1996. p. 12.

RESUMO

Objetivando-se avaliar os efeitos dos níveis de fósforo disponível e de cálcio sobre a qualidade dos ovos das codornas japonesas, foram utilizadas 700 aves da espécie (*Coturnix coturnix japonica*) com 61 dias de idade, durante quatro períodos experimentais de 21 dias, durante os meses de setembro a novembro de 2005. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 5x2; sendo constituído de dez tratamentos (cinco níveis de Pd em combinação com dois níveis de Ca na dieta), com sete repetições e 10 aves por unidade experimental. As dietas foram isocalóricas, isoprotéicas e isoaminoacídicas, a base de milho e de farelo de soja, variando em cinco níveis de fósforo (0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55%) em combinação com dois níveis de cálcio (2,5 e 3,2%) constituindo-se assim os tratamentos experimentais. Pelas análises estatísticas pôde-se constatar que houve interação significativa dos níveis de cálcio (Ca) e de fósforo (Pd) da dieta, para a variável percentagem de fósforo e de cálcio nos ossos. Para a % de Ca nos ossos, o nível de Ca foi de 2,5%, e o nível de Pd de 0,46%. Para a % de Pd nos ossos, o nível ótimo de Ca foi de 2,5%, e o nível de Pd de 0,51%. O aumento dos níveis de Ca na dieta aumentou ($P<0,01$) o peso da casca, a percentagem de casca, a espessura de casca, o peso específico dos ovos e reduziu a percentagem de Ca na casca. O aumento dos níveis de fósforo na dieta diminuiu linearmente ($P<0,05$) a percentagem de gema e o peso da gema em 0,25% e 0,40% de Pd respectivamente, e indicou de forma quadrática ($P<0,05$), que o nível que minimiza a percentagem de Ca na casca corresponde a 0,34% de Pd. Também se observou efeito quadrático ($P<0,05$) para altura e diâmetro dos ovos, sendo os níveis ótimos de 0,29% e 0,27%, respectivamente. Conclui-se que as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura, em termos de qualidade dos ovos são de no mínimo 3,2% de Ca e 0,15% de Pd, e em relação ao status nutricional do tecido ósseo, de 2,5% de Ca e de 0,51% de Pd.

ABSTRACT

Looking for to evaluate the effect of the levels of available phosphorus and calcium on the quality of eggs of the japanese quails, was used 700 birds (*Coturnix coturnix japonica*) with 61 days of age, during four experimental periods of 21 days, during September until November at 2005. The experimental delineation was in completely randomized design, in a factorial system of 5x2; being constituted of 10 treatments (five levels of Pd in combination with two levels of ca in diet), with seven repetitione and 10 birds for experimental unit. The diets had been isocalóricas, isoprotéicas and isoaminoacídicas, base of maize and bran of soy, changing in five levels of Pd (0.15; 0.25; 0.35; 0.45; 0.55) in combination with two levels of calcium (2.5 and 3.2%) constituting the experimental treatments. Considering statistical analyses, we can see that there is significant interaction of levels of calcium (Ca) and phosphorus (Pd) of the diet to the variable the percentage of calcium and percentage of phosphorus in the bones. The great values to the percentage de Pd and calcium in the bones were 0.51 and 2.5% respectively. The increase of the levels of Ca in the diet increase ($P < 0.01$) the weight of the shell, the percentage of shell, the thickness of shell, the specific weight of eggs and reduced the percentage of Ca in the shell. The increase of the levels of phosphorus in the diet increased ($P < 0.05$) the egg yolk percentage and the yolk weight in 0.40% and 0.25% de Pd respectively, and indicated of quadratic form ($P < 0.05$), that the level that minimizes the percentage of Ca in the shell corresponds to 0.34% of Pd. We also observed quadratic effect ($P < 0.05$) for height and diameter of eggs, being the excellent levels of 0.29% and 0.27%, respectively. We concludes that the nutritional requirements for quails in production, in terms of quality of produced eggs they are of at the very least 3.2% of Ca and 0.40% of Pd, and in relation to nutritional status of bones tissues 2.5% of Ca and 0.51% of Pd.

CAPÍTULO II

QUALIDADE DOS OVOS E STATUS NUTRICIONAL DO TECIDO ÓSSEO DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL E DOIS NÍVEIS DE CÁLCIO

1. INTRODUÇÃO

As condições mundiais atuais vêm privilegiando explorações que não necessitem de grandes investimentos, que ocupem pouco espaço e que não exijam grande quantidade de mão-de-obra para sua manutenção e ainda que forneçam retorno financeiro adequado em curto ou médio prazo. Neste contexto, a coturnicultura tem se caracterizado como atividade de grande interesse.

Dos minerais que normalmente são suplementados em dietas de poedeiras, o fósforo e o cálcio requerem atenção especial, por participarem de funções metabólicas essenciais no seu organismo, estando altamente relacionados com a produção e qualidade dos ovos. Além disso, é importante ressaltar que o fósforo é o mineral que mais onera o custo da alimentação.

No tocante à produção de ovos, é importante que níveis de Ca e de Pd na ração estejam adequados, pois ambos estão diretamente ligados à qualidade do ovo.

O NRC (1994) sugere níveis de 2,5% de Ca e 0,35% de Pd para codornas em produção, em dietas com 2.900 Kcal EM/Kg e 20% de proteína bruta. No entanto, o INRA (1999), sugere ser a exigência nutricional entre 3,0 a 3,4% de Ca, dependendo do nível de energia da dieta, para a mesma fase citada anteriormente. Com a finalidade de direcionar o estudo do fósforo e do cálcio às nossas condições climáticas, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de estudar os efeitos dos níveis de Pd e de Ca na dieta sobre a qualidade interna e externa dos ovos e sobre o status nutricional de codornas japonesas na fase inicial de postura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material e métodos do presente experimento se assemelham ao descrito no capítulo 1. Porém deve-se ressaltar que os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância a 5%, utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, da Universidade Federal de Viçosa (2004). Posteriormente, os efeitos dos níveis de Pd e de Ca foram estimados por meio de análise de regressão, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico das aves. Quando as interações entre os dois fatores tiveram efeitos significativos, foram feitos os desdobramentos, estudando-se os efeitos dos níveis de Pd dentro dos níveis de Ca.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros para a qualidade dos ovos e status nutricional do tecido ósseo das aves: peso específico do ovo, componentes do ovo, espessura de casca, altura e diâmetro médio dos ovos, percentagem de cálcio e fósforo na casca do ovo e no tecido ósseo.

1- Peso específico dos ovos

Nos 16, 17 e 18º dias de cada um dos quatro períodos experimentais, todos os ovos íntegros coletados foram 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 da marca OM-5565. Foi efetuado o somatório dos valores obtidos em cada período de 21 dias, e o mesmo posteriormente dividido por quatro, obtendo-se assim a média do peso específico de cada unidade experimental.

2- Componentes do ovo

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmem, o peso da casca e a percentagem da gema, do albúmem e da casca do ovo. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram

coletados durante os 19, 20 e 21º dia de cada período, de maneira que os mesmos foram escolhidos dentro do peso médio de cada unidade experimental. Os ovos foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, e escolha dos quatro ovos com peso próximo do peso médio da respectiva parcela, os mesmos foram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar, para posterior obtenção do seu peso. O peso do albúmem foi obtido entre a diferença do peso do ovo e o peso da gema somada ao peso da casca.

3- Espessura da casca

As espessuras médias da casca, incluindo a membrana, foram obtidas após serem secas e pesadas. Sua determinação foi realizada por meio da leitura de três pontos distintos na região equatorial, utilizando-se um paquímetro digital da marca **MITUTOYO**, 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.

4- Altura e diâmetro médio do ovo

Todos os ovos produzidos de cada repetição foram coletados durante os 19, 20 e 21º dia de cada período experimental, para quantificação da altura e do diâmetro médio dos mesmos. As leituras foram realizadas na região equatorial e nos dois pólos de cada ovo recolhido, utilizando-se um paquímetro digital da marca **MITUTOYO**, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm).

5- Percentagem de cálcio e fósforo na casca do ovo

As cascas dos ovos que foram utilizadas para avaliação da espessura, foram agrupadas durante todo o período experimental, por tratamento e por período, sendo secas em estufa à 105°C e posteriormente moídas, para análises das percentagens de cálcio e fósforo nas mesmas.

6- Percentagem de cálcio e fósforo no osso

Ao final do experimento, foram abatidas 210 aves, correspondendo a três aves por parcela, para se determinar o conteúdo de fósforo e cálcio nas tíbias.

O método de abate foi por meio de deslocamento cervical, para a retirada de tíbia e fêmur, direitos e esquerdos, para as análises químicas de fósforo e de cálcio dos ossos. 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 recolhida uma pequena alíquota de cada amostra moída, correspondente a 1,7 gramas, para pesagem e acondicionamento em tubo de ensaio, para que a solução mineral fosse preparada conforme metodologia descrita por Silva (1998), utilizando-se os procedimentos da via úmida. Da solução mineral se determinou o fósforo pelo método colorimétrico, e o cálcio pelo método de absorção atômica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se constatar que não houve interação significativa dos níveis de Ca e de fósforo Pd da dieta, para nenhum dos parâmetros de qualidade dos ovos estudados, demonstrando que os níveis de Ca e de fósforo comportaram-se de forma independente, sendo as variáveis analisadas pelos seus efeitos principais (Tabelas 6 e 7). No entanto, para o parâmetro de status nutricional do tecido ósseo, houve interação significativa dos níveis de cálcio e de fósforo da dieta, para as variáveis: percentagem de Ca e de P no osso (Tabela 8).

Tabela 6. Níveis nutricionais de fósforo na qualidade dos ovos de codornas japonesa.

Variáveis Estudadas	Níveis de Pd (%)					Efeito	CV
	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55		
Peso específico (g/cm ³)	1,072	1,072	1,072	1,072	1,072	Ns	0,140
Peso de casca (g)	0,958	0,960	0,968	0,959	0,956	Ns	2,96
Casca (%)	7,81	7,92	7,88	7,88	7,88	Ns	2,214
Peso de albúmem (g)	7,66	7,60	7,69	7,63	7,63	Ns	2,77
Albúmem (%)	62,42	62,59	62,67	62,72	62,90	Ns	1,113
Peso de gema (g)	3,65	3,58	3,61	3,58	3,54	P<0,05*	2,966
Gema (%)	29,77	29,48	29,44	29,40	29,21	P<0,05*	2,161
Espessura de Casca (mm)	0,203	0,205	0,202	0,204	0,202	Ns	2,22
Altura dos ovos (mm)	32,80	32,97	33,25	32,52	32,31	P<0,05**	2,461
Diâmetro dos ovos (mm)	25,77	26,01	25,85	25,58	25,21	P<0,05**	2,165
Cálcio na casca (%)	29,56	28,05	27,06	28,72	30,06	P<0,05**	8,801
Fósforo na Casca (%)	0,333	0,342	0,346	0,371	0,348	Ns	11,132

* Efeito Linear;

** Efeito Quadrático;

Ns - Não significativo (P>0,05);

Tabela 7. Níveis nutricionais de cálcio na qualidade dos ovos de codornas japonesa.

Variáveis Estudadas	Níveis de Ca (%)		Efeito	CV
	2,5	3,2		
Peso específico (g/cm ³)	1,071	1,073	P<0,01*	0,140
Peso de casca (g)	0,943	0,978	P<0,01*	2,96
Casca (%)	7,75	8,00	P<0,01*	2,214
Peso de albúmem (g)	7,62	7,66	Ns	2,77
Albúmem (%)	62,67	62,65	Ns	1,113
Peso de gema (g)	3,60	3,59	Ns	2,966
Gema (%)	29,58	29,34	Ns	2,161
Espessura de Casca (mm)	0,199	0,207	P<0,01*	2,22
Altura dos ovos (mm)	32,63	32,92	Ns	2,461
Diâmetro dos ovos (mm)	25,58	25,80	Ns	2,165
Cálcio na casca (%)	30,06	27,33	P<0,01*	8,801
Fósforo na Casca (%)	0,353	0,343	Ns	11,132

* Efeito Significativo;

Ns - Não significativo (P>0,05);

Verificou-se efeito significativo (P<0,01) apenas para os níveis de Ca na dieta sobre o peso específico dos ovos (Tabela 7). As aves alimentadas com ração contendo 3,2% de Ca produziram ovos que resultaram em 0,2% a mais na gravidade específica. Estes resultados concordam com Luz (2002), que observou efeito linear crescente do peso específico ao trabalhar com codornas japonesas na fase de produção, recebendo dietas com níveis de 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5% de Ca e com Maggioni et al (1998) ao estudarem os níveis de Ca (3,5; 4,5 e 5,5%) e de Pd (0,3 e 0,4%) em dietas para galinhas poedeiras semipesadas. Por outro lado, Pedroso et al. (1999) trabalhando com três níveis de Ca (2,5; 3,0 e 3,5%) em

combinação com 4 níveis de Pd (0,25; 0,45; 0,65 e 0,85%) obteve interação significativa entre os minerais utilizados. Entretanto, Pereira (2004), trabalhando com 6 níveis de Ca (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%), em dietas para codornas japonesas fêmeas com idade de 56 dias, encontrou efeito quadrático para a variável em questão, mostrando que o melhor peso específico foi observado ao nível 3,34% de Ca na dieta. Esses resultados discordam daqueles obtidos por Kesharvarz & Nakajima (1993), Roland et al. (1985) e Shrivastav & Panda (1986) que não verificaram qualquer efeito para a variável peso específico, ao estudarem dietas contendo diferentes níveis de Ca, para aves em produção (poedeiras comerciais e codornas japonesas).

Verificou-se efeito não significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Pd sobre o peso médio da casca dos ovos e efeito significativo ($P < 0,01$) para os níveis de Ca, indicando que o maior nível de Ca proporcionou maior peso da casca quando comparado ao nível inferior de 2,5% de Ca utilizado nas dietas experimentais (Tabelas 6 e 7). As aves, alimentadas com dieta contendo 3,2% de Ca, produziram ovos com 3,6% a mais de casca do que aquelas que receberam 2,5% de Ca na dieta. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Pereira (2004), que relata que aves alimentadas com dietas contendo 3,42% de Ca apresentaram maior peso médio de casca dos ovos do que aves alimentadas com níveis inferiores, e que níveis superiores a este, não foram capazes de aumentar o peso da casca, demonstrando efeito quadrático para a variável em questão. Ousterhout (1980), Farmer et al. (1986) e Clunies et al. (1992 a;b) observaram que o aumento dos níveis de Ca na dieta de galinhas poedeiras, faz aumentar o peso da casca dos ovos.

O aumento do nível de Ca na dieta aumentou ($P < 0,01$) a percentagem de casca (Tabela 7), o que poderia estar relacionado com a diminuição da taxa de postura, (Murata, 1995), ou com a diminuição do peso dos ovos, (Ousterhouth, 1980). No entanto, o que se notou foi que com o aumento de 2,5% para 3,2% de Ca na dieta não houve diminuição na taxa de postura e nem no peso dos ovos, e sim respectivamente um aumento, em valor absoluto, de 0,22% e 0,44% para essas variáveis.

Os níveis de Ca e de Pd não influenciaram de forma significativa ($P>0,05$) o peso e a percentagem de albúmem dos ovos, conforme demonstrado nas tabelas 6 e 7. Cavalheiro et al. (1983), citam que a menor porção do P utilizada pelas poedeiras, durante o processo de formação do ovo, é usada na formação da clara do ovo e a maior porção é direcionada para a gema sob a forma de fosfolipídeos e fosfoproteínas. De acordo com os resultados encontrados, houve efeito significativo ($P<0,05$) para o peso e a percentagem de gema dos ovos (Tabelas 6 e 7). Onde se verificou que não adianta suplementar mais do que 0,25% e 0,40% de Pd em dietas para codornas japonesas em fase inicial de postura, para se maximizar respectivamente a percentagem de gema e o peso da gema dos ovos (Figuras 3 e 4). Pode-se então, suspeitar da provável existência de um limite fisiológico da ave, em termos de deposição de Pd na gema, o qual não deva ultrapassar os limites citados acima. Então, todo o excesso de P consumido pode ter sido eliminado via excreta ou parte dele depositado nos ossos. Essa hipótese pode ser ainda reforçada, pelo fato dos níveis de Pd não terem influenciado a percentagem de casca e de albúmem dos ovos.

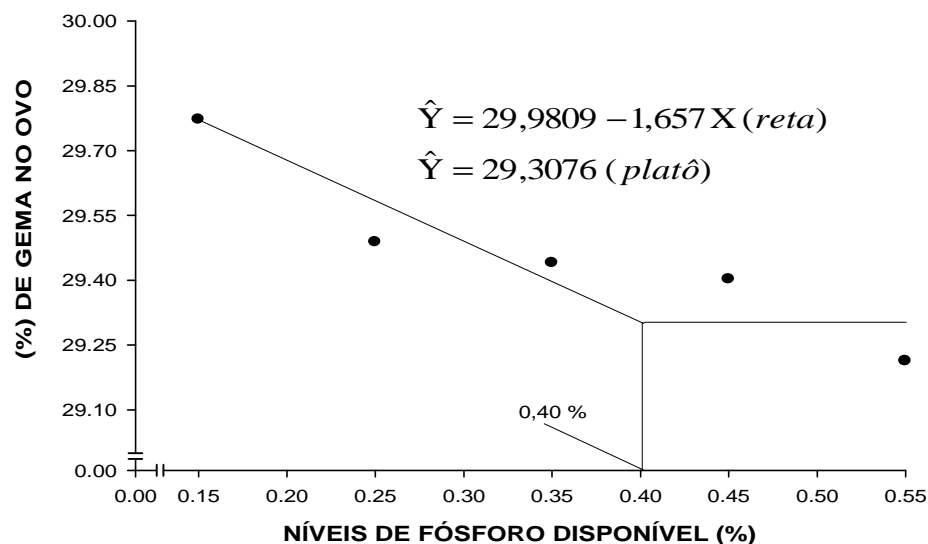


Figura 3. Percentagem de gema dos ovos em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

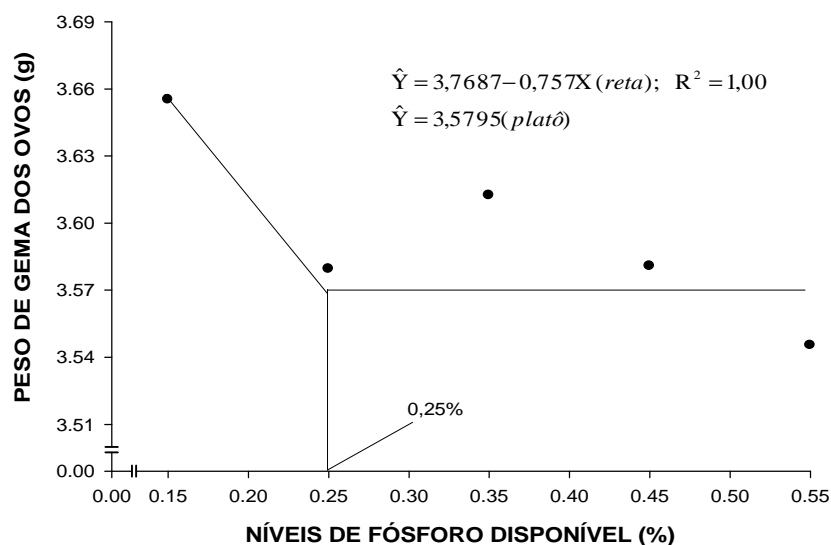


Figura 4. Peso de gema dos ovos em função dos diferentes níveis de fósforo disponível da dieta.

A espessura de casca foi influenciada ($P < 0,01$) com o aumento do nível de Ca na dieta, no entanto, não sendo pelos níveis de Pd ($P > 0,05$), (Tabelas 6 e 7).

Hamilton & Sibbald (1997) mencionam que a redução do nível de P dietético com o avanço da idade das aves melhora 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 Ca quando baixos níveis dietéticos de P são utilizados. Por outro lado, Rodriguez et al. (1984) observaram efeito linear negativo para a espessura de casca de 0,405; 0,393 e 0,388 mm com o uso de dieta com nível de 0,15; 0,30 e 0,45% de Pd, respectivamente, da 22ª a 70ª semana de idade de poedeiras.

Com relação aos resultados observados para o Ca, estes estão de acordo com o encontrado por Pereira (2004), que obteve bons resultados para a espessura da casca dos ovos de codornas que receberam dietas contendo 3,2%. Entretanto, em trabalho conduzido por Masukawa et al. (2001) não foi observado efeito significativo dos níveis de Ca (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) em dietas de codornas japonesas sobre a espessura de casca dos ovos. O mesmo foi observado por Pedroso et al. (1999) que não encontraram efeito significativo para espessura de

casca de ovos de codornas que receberam dietas contendo níveis de 2,5 a 3,5% de Ca combinados com níveis de 0,25 a 0,85% de Pd. No entanto, Shrivastav & Panda (1986), analisando o efeito de três níveis (3,0; 3,4 e 3,75%) de Ca para codornas japonesas, encontraram efeito quadrático com o aumento dos níveis desse mineral na dieta, e determinaram ser a exigência nutricional de 3,0% de Ca, para a espessura de casca.

Apenas os níveis de Pd influenciaram de forma quadrática ($P < 0,05$) a altura e o diâmetro médio dos ovos (Figuras 5 e 6). O nível de 0,29%Pd proporcionou a máxima altura dos ovos e o nível de 0,27%Pd foi o responsável pela maximização do diâmetro dos ovos. Como sabemos, o tamanho do ovo está diretamente relacionado com o seu peso e a idade das aves em postura, porém o peso médio dos ovos não variou entre os diferentes níveis de P consumido e as aves possuíam a mesma idade. Dessa forma, pode-se concluir, que não houve influência do peso do ovo e da idade das aves nos resultados encontrados.

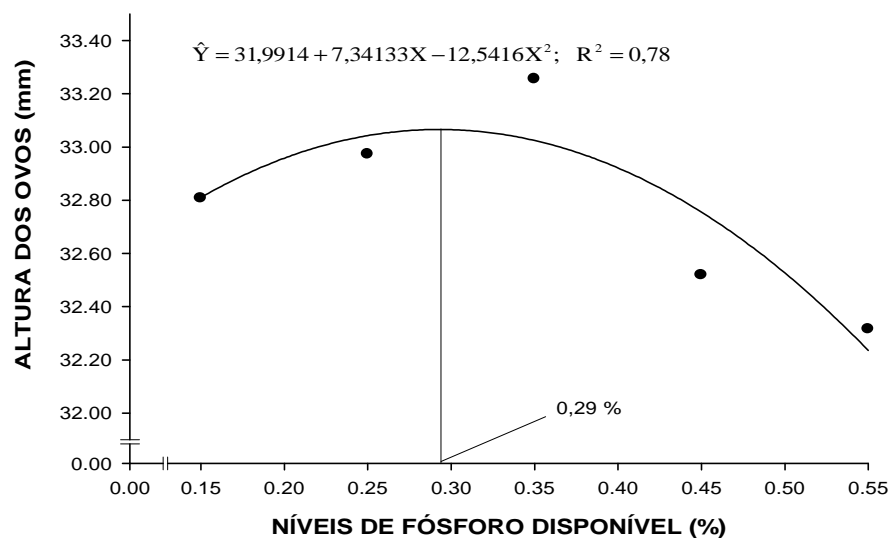


Figura 5. Altura média do ovo em função dos diferentes níveis de fósforo da dieta.

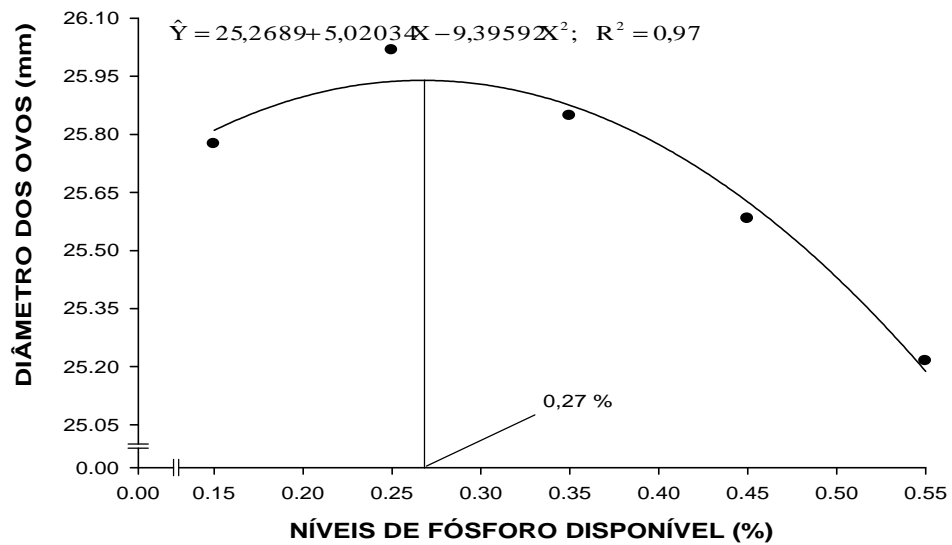


Figura 6. Diâmetro médio do ovo em função dos diferentes níveis de fósforo da dieta.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para os níveis de Pd da dieta, os quais influenciaram significativamente a deposição de Ca na casca, sendo que a menor deposição ocorreu no nível de 0,34% Pd, conforme ilustrado na figura 7.

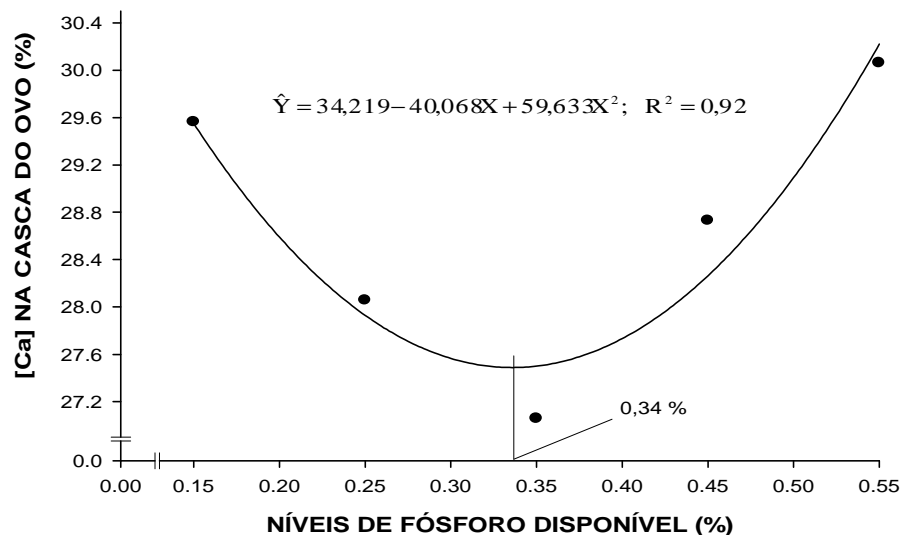


Figura 7. Percentagem de Ca na casca do ovo em função dos diferentes níveis de fósforo da dieta.

Os níveis de Ca na dieta proporcionaram redução significativa ($P < 0,01$) na

concentração de Ca na casca (Tabelas 6 e 7). No entanto, Pereira (2004) não encontrou influência dos níveis de Ca na dieta sobre a percentagem de Ca na casca, mesmo com a utilização de níveis de Ca abaixo do recomendado pelo NRC (1994), como os tratamentos 1,6; 2,0 e 2,4% de Ca na dieta.

A percentagem de P na casca do ovo, não sofreu influência ($P>0,05$) dos níveis de Ca e de Pd da dieta (Tabela 6). De acordo com Cavalheiro et al.(1983), apenas pequena quantidade do P utilizado na formação do ovo é depositada na casca para a formação do fosfato de cálcio, a maior parte é depositada na gema do ovo e o restante na clara.

Os resultados referentes à concentração de Ca e de P nos ossos da tíbia de codornas japonesas aos 145 dias de idade podem ser observados na tabela 8.

Tabela 8. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo no status nutricional do tecido ósseo de codorna japonesas.

Variáveis Estudadas		Cálcio no osso (%)	Fósforo no osso (%)
Níveis de Pd (%)	Nível de Ca (%)		
0,15	2,5	20,26	9,95
0,25	2,5	20,92	10,43
0,35	2,5	23,30	11,04
0,45	2,5	23,57	11,18
0,55	2,5	22,83	11,56
Significância		$P<0,05^{**}$	$P<0,01^*$
Níveis de Pd (%)	Nível de Ca (%)		
0,15	3,2	22,10	10,91
0,25	3,2	21,05	10,11
0,35	3,2	22,19	10,45
0,45	3,2	21,32	10,62
0,55	3,2	22,70	11,38
Significância		ns	$P<0,01^{**}$
CV		7,29	5,72

* Efeito Linear;

** Efeito Quadrático;

ns - Não significativo ($P>0,05$);

Com o desdobramento da interação, as concentrações de Ca nos ossos (Tabela 8) foram influenciadas ($P < 0,05$) pelos níveis de Pd apenas dentro do menor nível de Ca (2,5%) testado. ($P < 0,05$).

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para percentagem de Ca nos ossos, com o nível de 2,5% de Ca na dieta, mostrando que o nível de 0,46% de Pd na dieta, proporcionou maior percentagem de Ca no tecido ósseo (Figura 8). Garcia et al (2000) testaram 4 níveis de Pd (0,27 a 0,42%) combinados com 4 níveis de Ca (2,5 a 4,0%) em dietas de codornas, e observaram que a percentagem de Ca nos ossos não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis crescentes de Ca e P na ração, o mesmo foi encontrado por Cheng & Coon (1990), Abdallah et al. (1993) e Keshavarz & Nakajima (1993).

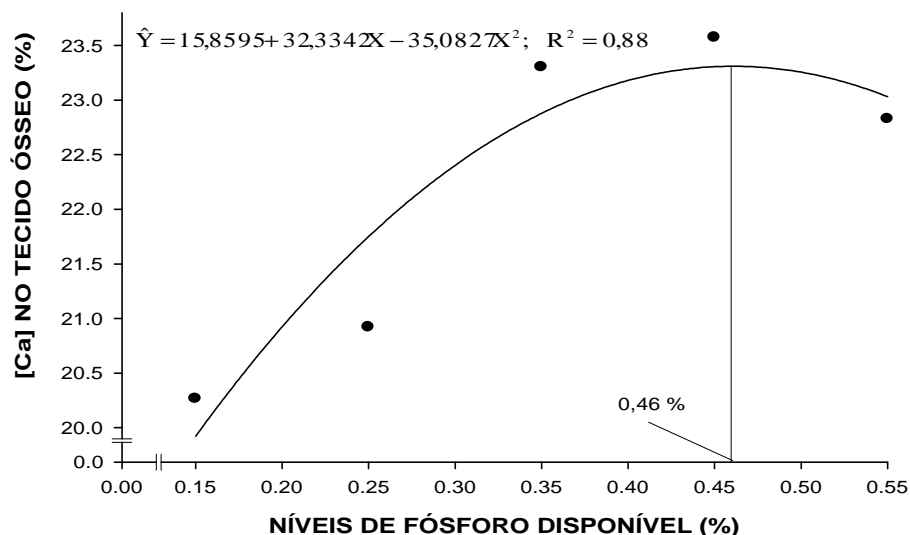


Figura 8. Percentagem de cálcio no tecido ósseo de aves que receberam dietas formuladas com 2,5% de Ca.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre os níveis de Ca e Pd para percentagem de P nos ossos (Tabela 8). Com o desdobramento da interação, as concentrações de P nos ossos foram influenciadas ($P < 0,01$) pelos níveis de Pd, tanto dentro do menor nível (2,5%) como no maior nível de Ca (3,2%) testado, havendo respectivamente efeito linear ($P < 0,01$) e quadrático ($P < 0,01$) para o teor de P nos ossos (Figuras 9 e 10). As dietas formuladas com 2,5% de Ca proporcionaram aumento na deposição de P no tecido ósseo das aves, até o nível

de 0,51% de Pd, à medida que se aumentou o nível de P na dieta (Figura 9).

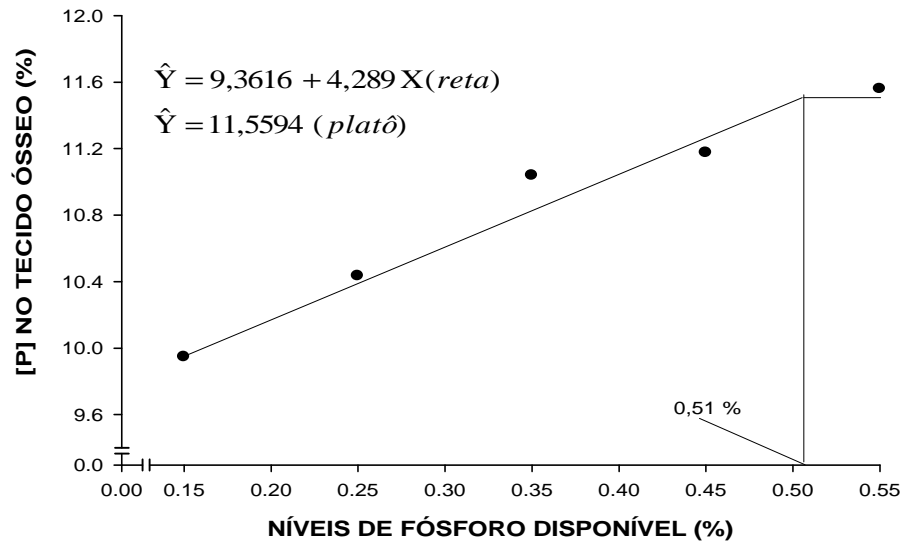


Figura 9. Percentagem de fósforo no tecido ósseo de aves que receberam dietas formuladas com 2,5% de Ca.

Analisando a equação quadrática ($Y = 12,3365 - 13,2240X + 20,9595X^2$), pode-se concluir que dietas formuladas com 3,2% de Ca e 0,32% Pd minimizam o teor de fósforo ósseo (Figura 10).

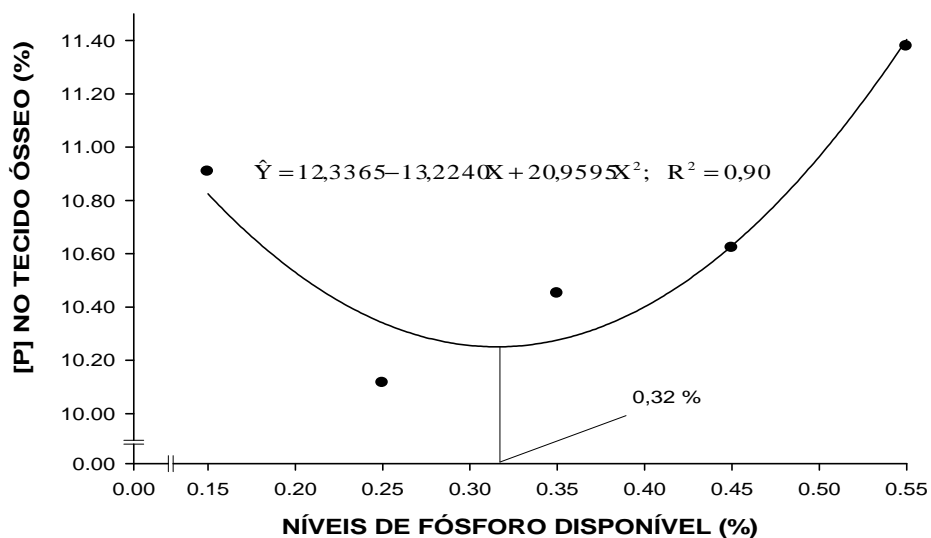


Figura 10. Percentagem de fósforo no tecido ósseo de aves que receberam dietas formuladas com 3,2% de Ca.

O mesmo foi encontrado por Garcia et al (2000), trabalhando com codornas em postura, onde observaram que os níveis de P na ração mostraram ter influência quadrática ($P < 0,05$) sobre a percentagem de fósforo nos ossos, sendo a maior percentagem de P nos ossos no nível de 0,35% de Pd na ração. No entanto, Usayran e Balnave (1995), trabalhando com galinha poedeira, não encontraram influência dos diferentes níveis de Pd da dieta sobre a percentagem de P no tecido ósseo.

Frost & Johnston (1987), estudando galinhas poedeiras da 20^a a 43^a semana de idade, não encontraram efeito significativo do nível de P utilizado na dieta sobre a concentração de Ca e P nos ossos das aves, quando utilizaram dietas com 0,12 a 0,34% de Pd. O mesmo foi encontrado por Barreto (1994), que avaliando 4 níveis de Pd na dieta de duas linhagens de poedeiras comerciais constatou que os mesmos não influenciaram nos teores de Ca e P no fêmur das aves. Entretanto, Scheideler & Sell (1986), trabalhando com poedeiras, observaram diferença significativa para o percentual de P, com o uso de dieta com níveis de 0,2 a 0,4% de Pd.

4. CONCLUSÃO

Houve interação significativa dos níveis de cálcio (Ca) e de fósforo (Pd) da dieta, para as variáveis percentagem de fósforo e de cálcio nos ossos. Para a % de cálcio nos ossos, o nível de Ca foi de 2,5%, e o nível de Pd de 0,46%. Para a % de fósforo nos ossos, o nível ótimo de Ca foi de 2,5%, e o nível de Pd de 0,51%. O aumento dos níveis de Ca na dieta aumentou ($P < 0,01$) o peso da casca, a percentagem de casca, a espessura de casca, o peso específico dos ovos e a percentagem de Ca na casca. O nível de 0,25% de Pd na dieta proporcionou maior ($P < 0,05$) percentagem de gema e o nível que minimiza a percentagem de Ca na casca corresponde à 0,34% de Pd. Também se observou efeito quadrático ($P < 0,05$) para altura e diâmetro dos ovos, sendo os níveis ótimos de 0,29% e 0,27%, respectivamente. Conclui-se que as exigências nutricionais para codornas japonesas em postura, em termos de qualidade dos ovos são de no mínimo 3,2% de Ca e 0,40% de Pd, e em relação ao status nutricional do tecido ósseo de 2,5% de Ca e de 0,51% de Pd.

5. CONCLUSÕES GERAIS

As exigências nutricionais para codornas japonesas durante a fase inicial de postura são de 2,5% de Ca e 0,31% de Pd para desempenho; de 3,2% de Ca e 0,40% de Pd para obtenção de melhor qualidade dos ovos e de 2,5% de Ca e 0,51% de Pd para obtenção de melhor status nutricional de Ca e P nos ossos.

Então, de acordo com as respostas biológicas obtidas pelas aves frente aos níveis de fósforo e cálcio estudados, 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 de produção, uma vez que os ovos produzidos por aves que receberam dietas contendo 2,5% de Ca e níveis iguais ou superiores à 0,31% de Pd, não apresentaram características externas e internas, que porventura os inviabilizaria para a comercialização. E as aves que receberam dietas contendo níveis iguais ou superiores à 0,31% de Pd, também não apresentaram prejuízos na sua estrutura óssea. O nível de 0,15%Pd proporcionou bom desempenho em quase todas as variáveis, exceto para conversão alimentar por dúzia de ovos (0,55%Pd) e produção de ovos comercializáveis (0,31%Pd), esta de maior importância. O nível de 2,5% Ca supriu todas as variáveis de desempenho analisadas. Então, recomenda-se 2,5% Ca e 0,31% Pd na dieta, correspondendo respectivamente ao consumo diário de 596 mg de Ca, e de 73,6 mg de Pd.

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.
- BARRETO, S. L. T. **Efeitos de níveis de fósforo disponível durante o pico de postura para duas linhagens de poedeiras comerciais leves**. Lavras, MG: UFLA, 1994, 142p. Dissertação (mestrado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras.
- BRUGALLI, I., SILVA, D. J., ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de fósforo disponível e efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de zootecnia**, 28 (6): 1288 – 1296, 1999.
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S.; OLIVEIRA, S.C. et al. Níveis de fósforo em rações para poedeiras. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”**, Porto Alegre, 10: 7 – 16, Dez. 1983.
- CLUNIES. M., EMSLIE.J., CHENG, T.K.; et al. Sensitivity of various parameters of laying hens. **Poultry Sci.**, 69(12):2209 – 2213, 1990.
- CLUNIES. M., PARKS. D. & LEESON. S. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. **Poultry Science**. V.71. n.3. p. 482 – 89. 1992b.
- FARMER. M., ROLAND Sr. D. & CLARK. A.J. Influence of dietary calcium on bone calcium utilization. **Poultry Science**. v.65.p.337-44. 1986.

- FROST, T.J. & JOHNSTON, N.P. Phosphorus nutrition in growing and laying chickens. **Poultry Science**, Champaign, 66 (Suppl.1): 101, 1987.
- 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. & SIBBALD, I.R. The effects of dietary phosphorus on productive performance and egg quality of ten strains of white leghorns. **Poultry Science**, Champaign, 56 (4): 1221 – 8, Jul. 1997.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.
Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves. 2^a ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.
- 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.
- 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, 2002. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2002.
- MAGGIONI, R.; RUTZ, F.; PIECZARKA, V. et al. Interação entre cálcio e fósforo da dieta sobre o desempenho de poedeiras semipesadas. **Anais da XXXV Reunião da SBZ** – Julho de 1998 – Botucatu – SP
- 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.

MONGIN, P. & SAUVEUR, G. Plasma inorganic phosphorus concentration during eggshell formation. **British Poultry Science**, Edinburgh, 20(4): 401 – 12, Jul. 1979.

MURATA, L.S. **Granulometria do calcário e níveis de cálcio na qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais**. Jaboticabal, SP. 1995, 56p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, National Academy of Sciences: 1994. 155p.

OUSTERHOUT, L.E. Effects of calcium and phosphorus levels on egg weight and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**. v.59, n.7.p.1.480-4, 1980.

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.

PEREIRA, C.A. **Exigência nutricional de cálcio para codornas japonesas durante o pico de postura**. Viçosa, MG: UFV, 2004, 60p. Dissertação (mestrado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa.

RODRIGUEZ, M.; OWINGS, W. J. & SELL, J. L. Influence of phase feeding available phosphorus on egg production characteristics, carcass phosphorus content, and serum inorganic phosphorus levels of three commercial layer strains. **Poultry Science**, Champaign, 63(8): 1553 – 62, Aug. 1984.

ROLAND, SR. D.A. & HARMS, R. H. The influence of feeding diets containing different calcium-phosphorus ratios on the laying hen. **Poultry Science**,

Champaign, 55(2): 637 – 41, Mar. 1976.

ROLAND, D.A., SLOAN, D.R. & HARMS, R.H. Calcium and its relationship to excess feed consumption, body weight, egg size, fat deposition, shell quality and fatty liver hemorrhagic syndrome. **Poultry Science**, v.64, p.2341 – 50, 1985.

ROLAND, SR. D. A. Phosphorus requirements of commercial leghorns. In: **NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY**, 26, Georgia, 1989. **Proccedings...** Atlanta, 1989. p. 26 – 35.

SCHEIDELER, S. E. & SELL, J. L. Effects of calcium and phase-feeding phosphorus on production traits and phosphorus retention in two strains of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, 65(11): 2110 – 9, Nov. 1986.

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

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.

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.

USAYRAN, N. & BALNAVE, D. Phosphorus requeriments of laying hens fed on wheat – based diets. **Brit. Poultry Science.**, 36(2):285 – 301, 1995.

APÊNDICE

7. APÊNDICE

Tabela 1A – Resumo das análises de variância para produção de ovos ave/dia (POAD), ave/alojada (POAA), ovos comerciais (POCM), consumo de ração (CR) e peso final (PF) para codornas japonesas em postura, recebendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		POAD (%)	POAA (%)	POCM (%)	CR (g)	PF (g)
Níveis de Ca	1	0,6917818	0,1979878e ⁻¹	3,628540	0,4246462	160,1443
Níveis de Pd	4	3,778878	18,23198	2,463177	0,6459444	37,28531
Linear	1	1,747691	32,65954	7,059065*	2,000188	112,4819
Quadrática	1	0,1984048	2,245467	2,702473	0,1982935e ⁻¹	12,55184
Cúbica	1	11,30887	10,10852	0,2304953e ⁻¹	0,5467590	23,45207
Quártica	1	1,860550	27,91440	0,6811971e ⁻¹	0,1700113e ⁻¹	0,6554499
Ca x Pd	4	14,34639	19,94908	2,179295	0,8117686	43,37823
Resíduo	60	11,66867	18,42936	1,339057	0,8390544	30,41633
MG		90,179	88,979	98,469	23,790	188,37
C.V (%)		3,7880	4,8246	1,1752	3,8503	2,9279

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

Tabela 2A – Resumo das análises de variância para o peso médio dos ovos (PMO), massa de ovo ave/dia (MOAD), conversão alimentar por massa de ovo (CAMO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADO), viabilidade (VIAB) para codornas japonesas em postura, recebendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta. (Capítulo 1)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PMO (g)	MOAD (g)	CAMO (g/g)	CADO (g/dz)	VIAB (%)
Níveis de Ca	1	0,4797354e ⁻¹	0,9067596e ⁻¹	0,1449373e ⁻¹	0,4318061e ⁻⁴	172,8571
Níveis de Pd	4	0,1204862	0,2191391	0,6752625e ⁻²	0,6824897e ⁻³	140,7143
Linear	1	0,1818518	0,4793819e ⁻¹	0,6521644e ⁻²	0,2277038e ^{-2*}	71,42857
Quadrática	1	0,4110794e ⁻²	0,1268575e ⁻¹	0,1152085e ⁻²	0,1109965e ⁻³	293,8776
Cúbica	1	0,1265671	0,5291164	0,5743265e ⁻²	0,2946541e ⁻⁵	0,1590344e ⁻²⁷
Quártica	1	0,1694152	0,2868159	0,1359350e ⁻²	0,3389782e ⁻³	197,5510
Ca x Pd	4	0,7994863e ⁻¹	0,4088282	0,9939497e ⁻²	0,6772625e ⁻³	262,1429
Resíduo	60	0,8737262e ⁻¹	0,2921320	0,6527965e ⁻²	0,4214097e ⁻³	148,5714
MG		12,221	11,023	2,1608	0,38326	95,85714
C.V (%)		2,4187	4,9032	3,7392	5,3562	12,716

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

Tabela 3A – 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 em postura, recebendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio				
		Variáveis				
		PE (g/cm ³)	PC (g)	EC (mm)	%A Albúmen	%G Gema
Níveis de Ca (TC)	1	0,8897830e ^{-4**}	0,2159231e ^{-1**}	0,1093159e ^{-2**}	0,5657115e ⁻²	0,9652325
Níveis de Pd (TP)	4	0,1942704e ⁻⁵	0,2957831e ⁻³	0,3008771e ⁻⁴	0,4422345	0,5691393
Linear	1	0,4584851e ⁻⁵	0,4336549e ⁻⁴	0,1310831e ⁻⁴	1,685290	2,027184*
Quadrática	1	0,3597547e ⁻⁷	0,7336298e ⁻³	0,9121802e ⁻⁵	0,9984329e ⁻⁶	0,3940846e ⁻¹
Cúbica	1	0,3112836e ⁻⁵	0,2126793e ⁻⁵	0,5886801e ⁻⁶	0,8155938e ⁻¹	0,2090889
Quártica	1	0,3715591e ⁻⁷	0,4040104e ⁻³	0,9753207e ⁻⁴	0,2088070e ⁻²	0,8756458e ⁻³
TC x TP	4	0,3676536e ⁻⁵	0,8968684e ⁻³	0,3083378e ⁻⁴	0,3291761	0,3384197
Resíduo	60	0,2397426e ⁻⁵	0,8068520e ⁻³	0,2037595e ⁻⁴	0,4863983	0,4052636
MG		1,0724	0,96026	0,20374	62,66156	29,46311
C.V (%)		0,14438	2,9581	2,2155	1,113	2,161

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

Tabela 4A – 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 em postura, recebendo diferentes níveis de cálcio e 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 Ca (TC)	1	1,118679**	1,471570	0,8592237	0,2249971e ⁻¹	0,2508855e ⁻²
Níveis de Pd (TP)	4	0,2248256e ⁻¹	1,916582	1,319793	0,1749531e ⁻¹	0,2389592e ⁻¹
Linear	1	0,1577665e ⁻¹	2,893966	3,393141**	0,1052642e ⁻²	0,6675760e ^{-1*}
Quadrática	1	0,3901274e ⁻¹	3,082824*	1,730346	0,3604823e ⁻⁴	0,2612965e ⁻³
Cúbica	1	0,2947276e ⁻¹	0,2430226	0,1349545	0,1361094e ⁻¹	0,1764215e ⁻¹
Quártica	1	0,5668090e ⁻²	1,446515	0,2073020e ⁻¹	0,5528159e ⁻¹	0,1092264e ⁻¹
TC x TP	4	0,6144698e ⁻¹	0,7385363	0,7207850	0,1693670e ⁻¹	0,2396321e ⁻¹
Resíduo	60	0,3040275e ⁻¹	0,6504338	0,3091487	0,4483364e ⁻¹	0,1136426e ⁻¹
MG		7,87533	32,77371	25,68715	7,642708	3,594608
C.V (%)		2,214	2,461	2,165	2,770	2,966

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

Tabela 5A – Resumo das análises de variância para o teor de Ca (CAO) e teor de fósforo (PO) no tecido ósseo de codornas japonesas em postura, recebendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio	
		Variáveis	
		CAO (%)	PO (%)
Níveis de Ca (TC)	1	1,626119	0,3225140
Níveis de Pd (TP)	4	10,61443	3,039847
Linear	1	29,92109	10,26072**
Quadrática	1	1,035680*	1,279202**
Cúbica	1	0,5763882	0,1533096e ⁻²
Quártica	1	3,066536	0,9910254e ⁻³
TC x TP	4	8,117918*	1,414884**
Resíduo	60	2,581024	0,3785113
MG		22,02482	10,76267
C.V (%)		7,294	5,72

** Significativo (P<0,01); * 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 teor de Ca (CAC) e teor de fósforo (PC) na casca do ovo para codornas japonesas em postura, recebendo diferentes níveis de cálcio e fósforo disponível na dieta. (Capítulo 2)

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio	
		Variáveis	
		CAC (%)	PC (%)
Níveis de Ca (TC)	1	74,64319**	0,1038829e ⁻²
Níveis de Pd (TP)	4	11,42910	0,1552947e ⁻²
Linear	1	2,244937	0,2742081e ⁻²
Quadrática	1	39,82852*	0,9455835e ⁻³
Cúbica	1	0,5763882	0,1533096e ⁻²
Quártica	1	3,066536	0,9910254e ⁻³
TC x TP	4	2,747363	0,9610307e ⁻³
Resíduo	30	6,376986	0,1503925e ⁻²
MG		28,69287	0,34837
C.V (%)		8,801	11,132

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

ANOVA GERAL E REGRESSÃO DA INTERAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO

Teor de Fósforo no Osso

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
Níveis de Ca	1	0.3225140	0.3225140	0.852	*****
Fósforo - 2,5%Ca	4	11.42152	2.855381	7.544	0.00006
Linear R ² =0.96	1	11.01453	11.01453	29.100	0.00000
Quadrat. R ² =0.98	1	0.2259645	0.2259645	0.597	*****
Cúbico R ² =0.99	1	0.1174220E-01	0.1174220E-01	0.031	*****
Quártico R ² =1.00	1	0.1692822	0.1692822	0.447	*****
Fósforo - 3,2%Ca	4	6.397403	1.599351	4.225	0.00444
Linear R ² =0.23	1	1.467115	1.467115	3.876	0.05361
Quadrat. R ² =0.90	1	4.305038	4.305038	11.374	0.00132
Cúbico R ² =0.93	1	0.2080508	0.2080508	0.550	*****
Quártico R ² =1.00	1	0.4171987	0.4171987	1.102	0.29800
Resíduo	60	22.71068	0.3785113		

Coeficiente de Variação = 5.716

Teor de Cálcio no Osso

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
Níveis de Ca	1	1.626119	1.626119	0.630	*****
Fósforo - 2,5%Ca	4	62.09585	15.52396	6.015	0.00039
Linear R ² =0.68	1	42.33023	42.33023	16.401	0.00016
Quadrat. R ² =0.88	1	12.06176	12.06176	4.673	0.03464
Cúbico R ² =0.96	1	5.278482	5.278482	2.045	0.15789
Quártico R ² =1.00	1	2.425378	2.425378	0.940	*****
Fósforo - 3,2%Ca	4	12.83353	3.208382	1.243	0.30246
Linear R ² =0.12	1	1.511926	1.511926	0.586	*****
Quadrat. R ² =0.44	1	4.136270	4.136270	1.603	0.21044
Cúbico R ² =0.44	1	0.2614905E-02	0.2614905E-02	0.001	*****
Quártico R ² =1.00	1	7.182718	7.182718	2.783	0.10049
Resíduo	60	154.8604	2.581006		

Coeficiente de Variação = 7.294

EQUAÇÕES DE REGRESSÃO DA INTERAÇÃO

Variável Dependente = Fósforo no Osso - 2,5% de Ca

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
PD	0.396673E+01	0.440244E+00	0.901029E+01	0.982021E+00	0.0014
CONSTANTE	0.944220E+01				
R2	0.964364E+00				
R2 ajustado	0.952486E+00				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	1	1.573494	1.573494	81.19	0.0029

Variável Dependente = Cálcio no Osso - 2,5% de Ca

Parâmetros da Regressão

Nome	Coeficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
PD	0.323342E+02	0.140749E+02	0.229730E+01	0.343304E+01	0.0742
PD2	-0.350827E+02	0.198257E+02	-0.176955E+01	-0.264438E+01	0.1094
CONSTANTE	0.158595E+02				
R2	0.875935E+00				
R2 ajustado	0.751870E+00				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	2	7.770305	3.885152	7.06	0.1241

Variável Dependente = Fósforo no Osso - 3,2% de Ca

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
PD	-0.132240E+02	0.400991E+01	-0.329783E+01	-0.437431E+01	0.0405
PD2	0.209595E+02	0.564832E+01	0.371075E+01	0.492201E+01	0.0328
CONSTANTE	0.123365E+02				
R2	0.902256E+00				
R2 ajustado	0.804512E+00				

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	2	0.8245873	0.4122936	9.23	0.0977
Independente	2	0.8932976E-01	0.4466488E-01		

Análise de Regressão - Linear Response Plateau

Dependente = **OVOS COMERCIALIZÁVEIS**

Independentes = **Níveis de fósforo disponível(Pd)**

Resultados das combinações para a equação linear

Equação Plateau	SQD	intercepto	Linear	Plateau
2 4	0.1267018	96.91993	5.799445	98.63911
2 3	0.0300048	96.91993	5.799445	98.72888
3 3	0.0445824	97.19090	4.321366	98.72888
3 2	0.0361890	97.19090	4.321366	98.76629
4 2	0.0572997	97.36332	3.525551	98.76629
4 1	0.0356883	97.36332	3.525551	98.66234
5 1	0.1995475	97.68334	2.245476	98.66234

Parâmetros Calculados

Parâmetro	Intercepto	Coefficiente(s)	Dados	SQD	SQD-Total
Reta	96.9199	5.799 0.000	2	0.0000	0.0300
Plateau	98.7289		3	0.0300	

Encontro das Retas

Variável	Valor
Nível de Fósforo	0.3119
Ovos Comerciais	98.7289

Dependente = **PESO DE GEMA**

Independentes = **Níveis de fósforo disponível(Pd)**

Resultados das combinações para a equação linear

Equação Plateau		SQD	intercepto	Linear	Plateau
2	4	0.0022450	3.768660	-0.7566974	3.579472
2	3	0.0022450	3.768660	-0.7566974	3.579467
3	3	0.0042076	3.669188	-0.2141249	3.579467
3	2	0.0025877	3.669188	-0.2141249	3.563036
4	2	0.0026063	3.664064	-0.1904771	3.563036
4	1	0.0356883	3.664064	-0.1904771	3.545357
5	1	0.1995475	3.671037	-0.2183666	3.545357

Parâmetros Calculados

Parâmetro	Intercepto	Coeficiente(s)		Dados	SQD	SQD-Total
Reta	3.7687	-0.757	0.000	2	0.0000	0.0022
Plateau	3.5795			3	0.0022	

Encontro das Retas

Variável	Valor
PD	0.2500
G	3.5795

Dependente = **PERCENTAGEM DE GEMA**

Independentes = **Níveis de fósforo disponível(Pd)**

Resultados das combinações para a equação linear

Equação Plateau		SQD	intercepto	Linear	Plateau
2	4	0.0435572	30.19705	-2.835463	29.38595
2	3	0.0296215	30.19705	-2.835463	29.35187
3	3	0.0388867	29.98091	-1.656532	29.35187
3	2	0.0271256	29.98091	-1.656532	29.30760
4	2	0.0354550	29.87260	-1.156651	29.30760
4	1	0.0356883	29.87260	-1.156651	29.21310
5	1	0.1995475	29.88428	-1.203342	29.21310

E s t a t í s t i c a s S i m p l e s

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
PG	29.5668	0.1791	3
PD	0.2500	0.1000	3

M a t r i z d e C o r r e l a ç õ e s

	PG	PD
PG	1.00000	-0.92497
PD	-0.92497	1.00000

P a r â m e t r o s d a R e g r e s s ã o

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
PD	-0.165653E+01	0.680635E+00	-0.243380E+01	-0.924966E+00	0.1241
CONSTANTE	0.299809E+02				

R2 **0.855562E+00**
R2 ajustado 0.711125E+00

A n á l i s e d e V a r i â n c i a

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	1	0.5488198E-01	0.5488198E-01	5.92	0.2482
Independente	1	0.9265274E-02	0.9265274E-02		

P a r â m e t r o s C a l c u l a d o s

Parâmetro	Intercepto	Coefficiente(s)		Dados	SQD	SQD-Total
Reta	29.9809	-1.657	0.000	3	0.0093	0.0271
Plateau	29.3076			2	0.0179	

Encontro das Retas

Variável	Valor
PD	0.4065
PG	29.3076

Dependente = **Fósforo no osso (2,5% Ca)**
 Independentes = **Níveis de fósforo disponível(Pd)**

Resultados das combinações para a equação linear

Equação Plateau		SQD	intercepto	Linear	Plateau
2	4	0.6553786	9.216833	4.866475	11.05149
2	3	0.1460841	9.216833	4.866475	11.25750
3	3	0.1484051	9.108654	5.456543	11.25750
3	2	0.0762062	9.108654	5.456543	11.36720
4	2	0.1216266	9.361571	4.289234	11.36720
4	1	0.0477414	9.361571	4.289234	11.55940
5	1	0.0581415	9.442194	3.966743	11.55940

Estatísticas Simples

Nome	Média	Desvio-padrão	Dados
POS	10.6483	0.5679	4
PD	0.3000	0.1291	4

Matriz de Correlações

	POS	PD
POS	1.00000	0.97502
PD	0.97502	1.00000

Parâmetros da Regressão

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Signif.
PD	0.428923E+01	0.690952E+00	0.620772E+01	0.975018E+00	0.0125
CONSTANTE	0.936157E+01				

R2 **0.950661E+00**
 R2 ajustado 0.925991E+00

Análise de Variância

Fontes de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	Signif.
Devido a Regressão	1	0.9198761	0.9198761	38.54	0.0250
Independente	2	0.4774145E-01	0.2387072E-01		

Parâmetros Calculados

Parâmetro	Intercepto	Coeficiente(s)		Dados	SQD	SQD-Total
Reta	9.3616	4.289	0.000	4	0.0477	0.0477
Plateau	11.5594			1	0.0000	

Encontro das Retas

Variável	Valor
PD	0.5124
POS	11.5594
