

CIANE APARECIDA PEREIRA

**Exigência Nutricional de Cálcio Para Codornas Japonesas Durante o Pico
de Postura**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

CIANE APARECIDA PEREIRA

Exigência Nutricional de Cálcio Para Codornas Japonesas Durante o Pico de Postura

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

APROVADA: 16 de fevereiro de 2004

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. Eduardo Arruda Teixeira
Lanna

Prof. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Sergio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

A Deus pela minha existência,

Aos meus pais Celso e Carmem, pela compreensão, amor, confiança e apoio,

As minhas irmãs Cinara e Cilene pelo incentivo.

Aos meus amigos que torceram muito por mim,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar muito mais que merecia.

Aos meus pais e familiares, pelo carinho e apoio.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

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

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por financiar o projeto.

Ao meu orientador, Prof. Sergio Luiz de Toledo Barreto, pela essencial orientação, pelos ensinamentos, pela confiança, amizade e atenção, e aos conselheiros professores Horácio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino, aos demais membros da banca prof. Júlio Maria Ribeiro Pupa e Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna, pelas sugestões e aconselhamentos.

Aos amigos da pós-graduação Marli, Claudson, Débora, Luis Ernesto, Anderson, Luciano, Rodolphinho pela colaboração e amizade.

Aos estagiários Regina, Tatiana, Marcelli, Cleiton, Marjorrie, Chyntía e Cleo pela dedicação e amizade demonstrados na condução do experimento.

Aos funcionários da Seção de Avicultura-DZO, da Universidade Federal de Viçosa, em especial, a Adriano, Elísio, Zé Lino e Mauro, pela disposição a toda hora e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial Celeste, Márcia, Rosana, Adilson, Venâncio, Fernando e Valdir pelo tempo tomado.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia pelos ensinamentos.

A meus pais Celso e dona Carminha, pelo apoio, paciência, amor e orientação.

A todos que tenham de alguma forma contribuído direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CIANE APARECIDA PEREIRA, filha de Celso Cirilo Pereira e Carmem Gomes da Silva Pereira, nasceu em 25 de julho de 1973, na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo.

Em março de 1997 iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, colando grau em maio de 2002.

Em abril de 2002, iniciou o curso de pós - graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos e defendendo tese em 16 de fevereiro de 2004.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Funções e metabolismo do cálcio	3
2.2. Homeostase e absorção do cálcio	4
2.3. Interação do cálcio, fósforo e outros minerais	6
2.4. Importância do cálcio na alimentação das aves	6
2.5. Efeitos de níveis de cálcio na dieta sobre o desempenho das aves	7
Referências bibliográficas	11
3. CAPÍTULO 1.....	15
Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio durante o pico de postura	15
Resumo	15
Abstract	16
Introdução	17
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussão	23
Conclusão	35
Referências bibliográficas	36

4. CAPÍTULO 2	38
Qualidade dos ovos e status nutricional de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de cálcio	38
Resumo	38
Abstract.....	39
Introdução	40
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	46
Conclusões	54
Referências bibliográficas	55
5. CONCLUSÃO GERAL.....	57
6. APÊNDICE	58

RESUMO

PEREIRA, Ciane Aparecida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004. **Exigência nutricional de cálcio para codornas japonesas durante o pico de postura.** Orientador: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Conselheiros: Horácio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, um experimento com o objetivo de determinar a exigência nutricional de cálcio para codornas japonesas durante o pico de postura. Foram utilizadas 360 codornas japonesas fêmeas com idade de 56 dias, durante o período de pico de produção. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x4; sendo seis níveis de cálcio e quatro períodos experimentais de 28 dias cada, onde cada tratamento foi constituído de seis repetições e dez aves por unidade experimental. As dietas experimentais continham 2860 kcal de energia metabolizável /kg, 20% de proteína bruta e os níveis de (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) de cálcio, constituindo assim os seis tratamentos experimentais. A determinação da exigência de cálcio foi estimada através dos parâmetros de produção de ovos, consumo de ração, peso do ovo, massa de ovos, conversão alimentar, ganho de peso, peso específico dos ovos, peso de casca, espessura de casca, teores de cinzas e cálcio na casca, concentrações de cinzas e cálcio nos ossos, utilizando-se os modelos de regressão linear e/ou quadrática. Os níveis de cálcio influenciaram de forma quadrática, a produção de ovos por ave alojada, o peso específico da casca, o peso de casca e a percentagem de cinzas nos ossos. Foram influenciadas linearmente pelos níveis de cálcio na dieta a conversão alimentar por massa de ovos, a espessura de casca e a percentagem de cálcio nos ossos. Não havendo influência dos tratamentos para produção de ovos comerciais, consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovos e gramas de cinzas nos ossos. Concluindo que a exigência de cálcio estimada, de acordo com as respostas biológicas obtidas pelas aves frente aos níveis de cálcio estudados foi de 3,2% de cálcio para codornas japonesas durante a fase de pico de postura.

ABSTRACT

PEREIRA, Ciane Aparecida, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February de 2004. **Calcium nutritional requirement of japanese quails during peak production.** Adviser: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Committe members: Horácio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

The study was conducted in Zootecnia department, Aviculture Sector of Viçosa Federal University. The main objective of this work was to determine the calcium nutritional exigency from Japanese quails in their peak production. We used 360 female 56 days old Japanese quails. The experimental design was completely randomized, in a factorial system of 6x4; six levels of calcium and four experimental periods of 28 days each, all treatments were composed by six replicates and ten birds by experimental unit. The experimental diets were made with 2,860 Kcal of ME/Kg, 20% of protein and varying calcium levels (1.6; 2.0; 2.4; 2.8; 3.2 and 3,6). The determination of calcium requirements was obtained using egg production, ration consume, egg weight, egg mass, feed conversion, weight gain, specific egg weight, weight and thickness of the eggshell as surrogates of nutritional exigency. This estimate was obtained by using linear and/or quadratic regressions. Calcium levels influenced egg production per bird, specific eggshell weight, eggshell weight and percentage of ashes in the bones in a quadratic way. Feed conversion per egg mass, thickness of the eggshell and the percentage of calcium in the bones were linearly influenced by the six levels of calcium. There was no influence of the treatments in the commercial egg production, ration consume, feed conversion per dozen eggs and grams of ashes in the bones. We conclude that the estimated calcium required by Japanese quails in their peak production phase, according to the biological response of the birds, was 3.2% of calcium on the diet.

1. Introdução

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencem à ordem dos galináceos, família faisanidae e da subfamília dos perdicinidae, sendo da mesma família das galinhas e das perdizes.

A *Coturnix coturnix coturnix*, ou codorna européia foi introduzida no Japão no século XI, onde eram criadas em função do canto dos machos. Os japoneses a partir de 1910, iniciaram o cruzamento das codornas européias com as espécies selvagens, obtendo a codorna doméstica ou *Coturnix coturnix japonica*. A partir de então iniciou-se sua exploração, visando à produção de ovos.

No Brasil, a codorna japonesa foi introduzida na década de cinquenta, e embora elas se pareçam com as codornas selvagens aqui existentes, não pertencem à mesma família, pois a *Nothura boraquira* (codorna do Nordeste), a *Nothura minor* (codorna mineira) e a *Nothura maculosa* (codorna comum ou perdizinho), pertencem à família Tinamidae.

A época áurea da criação de codornas no Brasil foi entre os anos 1986 e 1988, quando ocorreu super produção de ovos, causando a falência de vários produtores e uma conseqüente perda na produção e exploração dessas aves. No entanto, atualmente, tem-se verificado crescente retomada na exploração da coturnicultura, principalmente nas regiões sudeste e sul do país Pinto (1998).

Vários são os fatores que contribuíram para a retomada na exploração da codorna japonesa destinada à produção de ovos, sendo estes: o seu rápido crescimento, baixo consumo de ração, maturidade sexual precoce (30 a 40 dias), alta produtividade (média de 300 ovos ave/ano), longevidade em alta produção (14 a 18 meses), elevada densidade na criação (320 a 400 aves/ m²), pequena área para a criação, baixo investimento e rápido retorno financeiro. Tais vantagens permitem que sua produção possa ser realizada por grandes empresas integradoras e por pequenas granjas familiares.

Para que está exploração ocorra de forma lucrativa, faz se necessário à realização de estudos dos níveis nutricionais requeridos pelas codornas, uma vez que aproximadamente 75% do custo de produção são provenientes da alimentação.

A coturnicultura no Brasil é carente de pesquisas e os estudos em nutrição são importantes, pois, além dos custos elevados, quando se vai formular dietas para esta espécie, são utilizadas normalmente dados provenientes de tabelas estrangeiras. Como os dados fornecidos pelo Nutrient Research Council (NRC) de 1994 e Instituto Nacional de la Recherche Agronomique (INRA) de 1999, os quais não correspondem as condições tropicais brasileiras, além disso, os dados utilizados são antigos e escassos. O próprio NRC (1994), cita que, desde 1984, não se tem novas informações a respeito de exigências nutricionais para codornas, demonstrando desde então, haver uma grande defasagem de informações.

Dentre os estudos dos níveis nutricionais, poucos destacam os minerais, que são constituintes 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.

Segundo Murakami (1991) existem poucos trabalhos de pesquisa, no Brasil, sobre as exigências nutricionais para codornas japonesas, e dentre eles há controvérsias entre os resultados já publicados, torna-se necessário realizar mais pesquisas referentes à produção e às exigências nutricionais na fase de postura, para a adoção de programas corretos de alimentação.

Mesmo com a produção crescente na área da coturnicultura, pouco se conhece sobre o manejo e a nutrição das codornas japonesas. Agravando isto há poucas informações na literatura, sobre o nível de exigência de cálcio para codornas japonesas na fase de produção, sendo ainda esta baseada principalmente na informação de criadores e de pesquisas antigas.

2. Revisão de Literatura

2.1. Funções e metabolismo do cálcio

O cálcio (Ca) participa de diversas funções no organismo, particularmente na formação óssea. Do Ca total do organismo, 98 à 99% está presente nos ossos; e os demais encontram-se participando do metabolismo celular, atuam na ação neuro-muscular, na coagulação sanguínea e na adesão, na liberação de hormônios, na ativação e na regulação das enzimas, em reações de oxidação-redução, e ajuda na manutenção do equilíbrio osmótico dentro das células (Scott et al., 1971).

Na maioria das vezes, o Ca e o fósforo (P) ocorrem no organismo combinados, e a carência de um ou de outro na dieta limita o valor nutritivo de ambos.

A nutrição adequada desses elementos depende de três fatores inter-relacionados, como a ingestão suficiente de cada um deles, a presença racional entre ambos e a presença de vitamina D (Maynard et al., 1974).

Uma vez que esta relação é muito estreita entre estes elementos, o desequilíbrio entre eles pode provocar raquitismo em codornas jovens; e em codornas na fase de produção poderá causar ovos de casca fina, interferindo na qualidade dos ovos e na eclodibilidade, no caso de ovos férteis.

A principal função de ambos minerais; Ca e P é a formação e a manutenção do esqueleto dos animais. Está presente nos ossos e nos dentes na forma de estrutura cristalina baseada na hidroxiapatita, cuja fórmula é $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, e na estrutura amorfa baseada no fosfato tricálcico, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Esses microcristais estão incrustados nas malhas das matrizes protéicas e orgânicas (McDowell, 1992).

O esqueleto é um tecido de suporte dos vertebrados e é constituído de ossos de formas e de tamanhos diferentes. Devido a sua resistência à destruição, o osso muitas vezes, no animal vivo, é considerado como tecido “morto” que está relativamente inerte após formado (Wasserman et al., 1996). Entretanto, o osso é uma substância viva dotado de vasos sanguíneos e linfáticos, nervos e uma estrutura orgânica. Serve não apenas como elemento estrutural, mas também como reservas de Ca e de P, os quais podem ser mobilizados ocasionalmente quando à assimilação de tais elementos químicos

são inadequadas para atender as necessidades do organismo. Desta forma, o Ca e o P, acumulados no osso durante o crescimento, servem também como reservatório que poderá ser utilizado durante a vida do animal (Honma, 1992). Com base no peso seco, o conteúdo mineral do osso é de 65 a 70%, sendo 37% de Ca e 18,5% de P (Wasserman et al., 1996).

O Ca plasmático existe nas formas ionizáveis ligados as proteínas (albumina e globulina) e compostos orgânicos (fosfato e outros ânions), sendo a principal delas a forma ionizável (Ca^{++}). Metade do Ca plasmático está na forma solúvel ionizável, enquanto a outra metade está ligado às proteínas. Há ainda pequena parte (5%) que está complexado com elementos inorgânicos não ionizáveis (Hays & Swenson, 1996). Este Ca plasmático é essencial para a coagulação sanguínea, permeabilidade de membrana, excitabilidade neuromuscular, transmissão do impulso nervoso e ativação de sistemas enzimáticos. Desse modo, deficiência ou excesso de cálcio pode reduzir a atividade cardíaca por meio do aumento da duração e da força de contração.

A utilização do Ca e do P pelo organismo está em função da idade e do tipo de animal. Por exemplo, aves em crescimento, a maior porção do Ca é utilizado para a formação do osso, enquanto que nas aves em produção, este Ca é direcionado para a formação da casca do ovo (Scott et al., 1982).

As proporções de Ca e P total nas dietas de aves de postura devem respeitar relação ampla, de 1,5:1 até 12:1, conforme a fase de desenvolvimento; entretanto, grandes quantidades de Ca ou fosfatos cálcicos na dieta podem inibir o consumo e diluir excessivamente os demais nutrientes, e proporcionar menor eficiência na utilização dos nutrientes e maior custo da ração. North & Bell (1990) recomendam a relação entre Ca e P disponível de 9:1 para galinhas poedeiras. Para codornas japonesas esta relação ainda não está bem definida em função dos poucos trabalhos publicados.

2.2. Homeostase e absorção do cálcio

O Ca necessita estar em solução e ionizado para ser absorvido no intestino delgado, principalmente no duodeno. Essa absorção se dá em maior proporção por transporte passivo (50% ou mais), e em menor parcela por meio de carreadores e a favor do gradiente eletroquímico, do lúmen intestinal para o interior dos enterócitos. Entretanto para transpor as membranas internas, o

transporte passa a ser ativo. A absorção do Ca está estreitamente relacionada à vitamina D, sendo a vitamina D₃ melhor aproveitada pelas aves. A vitamina D₃ tem como função fisiológica o aumento da absorção intestinal do Ca. Inicialmente a vitamina D₃ é transportada até o fígado, onde é hidroxilada para formar o primeiro metabólito que é a 25 hidroxicolecalciferol [(OH) D₃]. Nesta forma, ela sofre uma segunda hidroxilação no rim no qual forma o 1,25-diidroxicolecalciferol (OH)₂ D₃, que é a forma ativa da vitamina D. Os metabólitos ativos da vitamina D induzem a produção de proteínas ligadoras de cálcio (CaBP) no núcleo dos enterócitos e estimulam a ATPase ativada por Ca⁺⁺ e pela fosfatase alcalina para completar a transposição do Ca. Quando este mineral está deficiente na dieta há maior produção da CaBP e com isso a eficiência de absorção aumenta (McDowell, 1992).

Os níveis plasmáticos de Ca e P são regulados por hormônios. Na verdade, os ossos servem como sítio de ação desses hormônios, sendo o principal estoque regulador para o Ca, o P e o magnésio circulantes, estando em constante remodelamento. Há relação entre o metabólito ativo da vitamina D e o paratormônio (PTH), pois pequenas quantidades deste metabólito são necessárias para atividade do PTH. Entretanto altas concentrações de 1,25 (OH)₂ D₃ são capazes de estimular a reabsorção óssea osteoclássica sem interação com o PTH (McDowell, 1992).

O PTH e os metabólitos ativos da vitamina D, são os hormônios responsáveis pela reabsorção óssea, afetando não somente a matriz mineral, mas também a substância fundamental, liberando prolina e hidroxiprolina no sangue. Ocorre inibição dos osteoblastos, formação de osteoclastos multinucleados e dissolução da matriz óssea. Posteriormente, com aprofundamento da deficiência de Ca ocorre a osteólise osteoclástica, promovendo remodelação óssea. Esta segunda etapa é dependente de Ca⁺⁺ e é um processo de estabelecimento lento (McDowell, 1992).

O PTH favorece a excreção de fosfatos pela urina, e aumenta a retenção renal de Ca nos túbulos e nos ductos coletores. O Ca apresenta relação inversa com o fosfato sérico, de modo que o cálcio sérico torna-se elevado com a excreção de fosfato (McDowell, 1992).

A calcitonina hormônio das células C ou parafoliculares da tireóide, é responsável pela aposição de Ca e P nos ossos, levando a hipocalcemia e hipofosfatemia. A calcitonina atua prevenindo a formação de osteoclastos e

deprimindo a atividade osteoclástica, também promove a excreção urinária de P e de Ca, com inibição da sua absorção intestinal (McDowell, 1992).

No caso de deficiência de vitamina D ou de seus metabólitos ativos, associada ou não com a ingestão de Ca e P, esta é responsável pela desmineralização dos ossos, traduzida pela baixa ligação fósforo/nitrogênio, com conseqüente redução da ligação de fosfato de cálcio ao carbonato. No animal jovem se caracteriza por diminuição do depósito de Ca nos ossos em crescimento (raquitismo) e nos animais adultos ocorre perda de Ca dos ossos já formados (osteomalacia), as aves apresentam fragilidade óssea e ovos de casca fina, causando redução da produção e da capacidade de incubação dos ovos produzidos (Andrighetto et al., 1999).

2.3. Interação entre cálcio, fósforo e outros minerais

O Ca e o P interagem durante a absorção, o metabolismo e a excreção. A relação Ca: P no osso é ligeiramente maior que 2:1 e varia pouco (Scott et al., 1982). O Ca pode interferir na digestibilidade de outros minerais, como P, magnésio, manganês, zinco, potássio e sódio, e todos os outros minerais interrelacionados causando deficiência secundária. Consumos elevados de Ca pode alterar a utilização de P, devido à alteração da relação Ca: P (Anderson et al., 1995). Entretanto, alto nível de P também pode causar deficiência de Ca. Mas a relação Ca e P não é fator crucial para aves em produção como é para aves em crescimento (Keshavarz, 1986).

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

2.4. Importância do cálcio na alimentação das aves

Para Roland (1984) quando galinhas poedeiras são alimentadas à tarde, há maior concentração de Ca no trato digestivo durante o processo de formação da casca, que se inicia em torno de 14:00 horas e continua à noite inteira. Foi observado aproximadamente o dobro deste mineral no trato

digestivo das aves alimentadas à tarde, quando comparadas às aquelas alimentadas pela manhã.

As codornas, diferentemente de galinhas poedeiras, apresentam ritmo diferenciado de postura. Geralmente, botam seus ovos no final da tarde, a partir das 15 horas, encerrando a postura por volta das 23 horas. O pico de postura ocorre aproximadamente entre as 16 e 20 horas. Provavelmente há maior concentração de Ca no trato digestivo no período da manhã, quando se inicia a formação da casca do ovo, devendo estas serem alimentadas pela manhã.

Hamilton & Ciperia (1981) observaram que aves têm capacidade de adaptar a dietas contendo baixo nível de Ca por aumento na capacidade de absorção intestinal. Em adição, aves jovens têm melhor capacidade de absorver Ca do que aves velhas, Leeson et al. (1986) observaram que aves imaturas absorvem menos Ca do que aves maduras, sugerindo que certas aves em função da idade, podem ter o desempenho prejudicado quando são alimentadas com dieta contendo baixo nível de Ca.

A fragilidade esquelética devido à osteoporose, associada à idade, é um dos maiores problemas em mamíferos, e, também, em poedeiras no final do ciclo de produção. A osteoporose se desenvolve nas poedeiras devido à elevada demanda de Ca para a formação da casca do ovo, com isso há declínio nas reservas de Ca dos ossos, causando considerável redução na qualidade da casca dos ovos provenientes de aves com idade avançada (Abe et al., 1982).

2.5. Efeitos de níveis de cálcio na dieta sobre o desempenho das aves

A quantidade de Ca necessária para o crescimento tem sido determinado por métodos empíricos, que estabelece nível dietético mínimo que maximize cinzas óssea e resistência óssea à quebra. O requerimento é maior em aves jovens, quando a taxa de crescimento fracionário é alta, e diminui em aves adultas, quando o peso corporal é alcançado.

Na produção de ovos é de fundamental importância verificar os níveis de Ca e P que devem ser utilizados na dieta, pois, estão diretamente relacionados à qualidade dos ovos (Shrivastav, 2002).

Estudos com Ca e P têm sido baseados em ganho de peso, conversão alimentar, concentração de cinzas nos ossos e resistência óssea (Bailey et al., 1986). Rennie et al. (1997), estudando dietas deficientes em Ca, P e/ ou colecalciferol observaram que havia perda de material ósseo, ou seja, redução no peso dos ossos quando as aves foram submetidas à deficiência desses minerais e da vitamina na dieta.

Avaliando o efeito de cinco níveis de Ca na dieta (1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0%) para codornas durante o período de produção, a partir de 35 dias até 147 dias de idade das aves, Nelson et al. (1964) verificaram maior produção e melhor eclodibilidade dos ovos para as aves alimentadas com dietas contendo 2,5 a 3,0% de Ca. Os autores mencionaram ter ocorrido decréscimo na produção de ovos provenientes de codornas que receberam ração contendo de 1,0 a 2,0% de Ca após 8ª semana de produção.

Miller (1967) não observou diferenças no peso corporal e na porcentagem de cinzas dos ossos de codornas, ao trabalhar com as aves de um dia até seis semanas de idade, quando utilizou dietas contendo 0,44 a 2,30% de Ca, tal fato pode ser atribuído ao curto período experimental utilizado.

Trabalhando com codornas de ambos os sexos de 14 à 28 dias de idade, alimentadas com dietas isocalóricas e isoprotéicas constituídas de seis níveis de Ca (0,48 a 2,45%), Consuegra & Anderson (1967) determinaram que as exigências de Ca para o ganho de peso e para a concentração de cinzas nos ossos da tíbia foram de 0,80% de Ca na dieta das codornas com 14 dias de idade e 0,48% de Ca na dieta de codornas com 28 dias de idade, e que entre sexos, não houve diferença significativa para as idades avaliadas.

Pedroso et al. (1999) estudando três níveis de Ca (2,5; 3,0 e 3,5%) e quatro níveis de P disponível na dieta (0,25 a 0,85%) para codornas japonesas em postura, com início do período experimental aos 42 dias e término aos 182 dias de idade das aves, verificaram que não houve diferença significativa para a porcentagem de postura, consumo de ração, conversão alimentar, peso de ovos, porcentagem e espessura da casca entre os tratamentos avaliados. Desse modo, determinaram ser a exigência de 2,5% de Ca para a dieta de codornas japonesas. Por outro lado, maior gravidade específica dos ovos foi observado para os ovos de codornas que receberam dieta contendo 3,5% de Ca.

Utilizando quatro níveis de Ca (2,5; 3,0; 3,5 e 4,0%) na dieta e oito codornas japonesas por unidade experimental de 70 dias até 126 dias de idade, Garcia et al. (2000) verificaram que com aumento dos níveis de Ca na dieta houve queda no consumo de ração, e no peso do ovo, podendo este estar relacionado à queda no consumo da ração. No entanto, a conversão alimentar, a percentagem de cinzas e Ca nos ossos não foram influenciadas pelos níveis de Ca na dieta, concordando com os dados de Masukawa et al (1996). Os autores relatam que houve aumento na porcentagem de casca, o que pode estar relacionado a menor porcentagem de postura e a diminuição do peso dos ovos. Desse modo, concluíram que com o nível de 2,5 % de Ca na dieta houve melhora na qualidade de casca dos ovos.

Vohra et al. (1979) estudando o efeito do fornecimento de dietas deficientes em Ca e em Vitamina D₃ para codornas japonesas, verificaram redução na ingestão de ração sem haver influência no peso corporal. No entanto, a produção de ovos, proveniente de aves que receberam dieta deficiente em Ca, foi reduzida em 10% e em 20% quando a dieta foi deficiente em vitamina D₃, acompanhados de redução no tamanho dos ovos e na espessura da casca.

Ao testar diferentes níveis de Ca na dieta de codornas, Raju et al. (1992) observaram aumento do peso corporal com o aumento dos níveis de Ca.

Luz (2002) trabalhando com quatro níveis de Ca (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três granulometrias de calcário (fino, médio e grosso) para codornas japonesas de 56 dias até 196 dias de idade, determinou que maior produção de ovos, melhor conversão alimentar pro massa de ovo, maior peso específico de ovos e melhor espessura de casca foram obtidos com o uso do calcário de partículas finas conforme aumentaram-se os níveis de Ca da dieta.

Avaliando o efeito de três fontes de Ca (calcário, concha de ostra e casca de ovos) como suplemento de cálcio e três níveis de Ca (3,0; 3,4 e 3,75%) na dieta de codornas japonesas com 70 a 196 dias de idade, Shrivastav & Panda (1986) encontraram melhora na produção de ovos, na massa de ovo e na espessura de casca de aves alimentadas com dieta contendo 3,0% de Ca.

Keshavarz & Nakajima (1993) empregando dietas com níveis de 3,5 a 5,5% de Ca para linhagens de poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção, não encontraram efeito significativo para produção de ovos, conversão alimentar e peso dos ovos.

Abdou et al. (1993) trabalhando com poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção, verificaram aumento da massa de ovo com aumento dos níveis de Ca (1,7; 2,2 e 3,9%) na dieta.

Utilizando níveis de 2,8 a 4,4% de Ca para poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção, Oliveira (2001) não encontrou efeito significativo para o peso médio do ovo. Para as poedeiras leves verificou que a conversão alimentar piorou com o aumento dos níveis de Ca na dieta.

O NRC (1994) sugere ser a exigência nutricional de Ca de 2,5% para codornas japonesas em postura, entretanto este valor não está claramente determinado, devido às dificuldades em estabelecer as exigências de Ca, estando possivelmente envolvidos diferenças dentro e entre linhagens, tamanho e solubilidade da partícula do carbonato de cálcio, influenciando a disponibilidade de Ca, a palatabilidade da ração e a habilidade da ave em ajustar o consumo para atender suas necessidades diárias (Oliveira, 2001).

Tendo em vista estes fatos, e ainda aliados às poucas informações encontradas na literatura e para as condições brasileiras, levam à necessidade de pesquisas que possibilitem maiores esclarecimentos a respeito da exigência de cálcio na dieta para codornas japonesas durante o pico de postura.

Referências Bibliográficas

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

ABE, E.; HORIKAWA, H.; SUGAHARA, M. et al. Disorders of cholecalciferol metabolism in old egg laying hens. **Journal Nutrition**, v.112, n.2, p. 436-446,1982.

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

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal – os alimentos**. 6ª edição – São Paulo: Nobel, 1999. 395p.

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

BAILEY, C. A.; LINTON, S.; BRISTER, R. et al. Effects of gradel levels of dietary phosphorus on bone mineralization in the very young poult. **Poultry Science**, v.65, p.1018 – 1020, 1986.

CONSUEGRA, P. F.; ANDERSON, D. L. Studies on the dietary calcium and phosphorus requeriments of immature coturnix quail. **Poultry Science**, v.46, p.1247, 1967.

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.; CIPERA, J. D. Effects dietary calcium levels during the brooding, rearing, and early laying period on feed intake, egg production, and shell quality of white leghorn hens. **Poultry Science**, v.60, p.349-357, 1981.

HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. DUKES – **Fisiologia dos animais domésticos**. Editado por SWENSON, M.J. e REECE, W.O. 11.ed. Editora Guanabara Koogan: 1996. p.471–487.

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

Instituto nacional de la recherche agronomique. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves.** 2ª ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.

KESHAVARZ, K. The effect of dietary levels of calcium and phosphorus on performance and retention of these nutrients by laying hens. **Poultry Science**, v.65, p.114 -121, 1986.

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.

LEESON, S.; JULIAN, R. J.; SUMMERS, J. D. Influence of prelay and early-lay dietary calcium concentration on performance and bone integrity of leghorn pullets. **Canadian Journal Animal Science**, v.66, p.1087 – 1095, 1986.

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.

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.

MAYNARD, L. A., LOOSLI, J. K. **Nutrição animal.** 2º edição. Rio de Janeiro, 1974, p. 550.

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

MILLER, B. F. Calcium and phosphorus in the diet of Coturnix quail. **Poultry Science**, v. 46, p. 686, 1967.

MURAKAMI, A.E. **Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura.** Jaboticabal: UNESP, 1991, 92p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) - Universidade Estadual Paulista, 1991.

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

NELSON, F.E.; LAUBER, J.K.; MIROSH, L. Calcium and phosphorus requirements for the breeding Coturnix quail. **Poultry Science**, v. 43, p. 1364, 1964.

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4^a.ed. New York, 1990. 913p.

OLIVEIRA, J. R. **Níveis de cálcio e fósforo em dietas para poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2001.

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.

PINTO, R. **Níveis de proteína e energia para codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) de postura**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

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.

RENNIE, J. S.; FLEMING, R. H.; MCORMACK, H. A. et al. Studies on effects of nutritional factors on bone structure and osteoporosis in laying hens. **British Poultry Science**, v.38, p.417 – 424, 1997.

ROLAND, D. A. Efecto del momento de la ingestion de cálcio sobre la calidad de lá casca. **Revista Avicultura Profissional**. Athens, v.2, n.1, p31 – 32, Jan/Mar, 1984.

SCOTT, M.L.; HULL, G.J.; MULLENHOFF, P.A. The calcium requeriments of laying hens effects of diatery oyster shell upon egg quality. **Poultry Science**, Champaing, v.50, n.4, p. 1055-1063,1971.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. Essential Inorgânic Elements - **Nutrition of the Chicken**. , 3.ed. New York, M.L Scott Associates: 1982. p.287-304.

SHRIVASTAV, A. K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: 1ª SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – Novos conceitos aplicados à produção de codornas, 1,2002, Minas Gerais. **Anais...** Lavras, 2002, p.116 - 117.

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.

VOHRA, P.; SIOPE, T. D.; WILSON, W. O. Egg production and body weight changes in japonese quail na leghorn hens following deprivation of either supplementary calcium or vitamin D. **World Poultry Science Journal**, Madison, v.48, n.1, p. 5-16, 1979.

WASSERMAN, R.H.; KALLFELZ, F.A.; LUST, G. Ossos, Articulações e Líquido Sinovial. DUKES – **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Editado por SWENSON, M.J. e REECE, W.O. 11.ed. Editora Guanabara Koogan: 1996, p. 488 – 520.

Capítulo 1

Desempenho de Codornas Japonesas Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Cálcio durante o Pico de Postura

Resumo – Foram utilizadas 360 codornas japonesas fêmeas com idade de 56 dias, e peso médio de 121,5 g, durante o período de pico de produção. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x4; contendo seis níveis de cálcio (Ca) na dieta (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) e quatro períodos experimentais de 28 dias, sendo que cada tratamento foi constituído de seis repetições e a unidade experimental foi representada pela gaiola, contendo 10 aves. Os parâmetros estudados foram: produção de ovos por ave dia e ave alojada (%), mortalidade (%), produção comercial de ovos (%), consumo alimentar (g), peso do ovo (g), massa de ovo (g de ovos/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovos), conversão alimentar (g de ração/dúzia de ovos) e ganho de peso (g). Não foi observada interação entre os níveis de Ca e os períodos para nenhuma das variáveis avaliadas. Verificou-se efeito linear ($P<0,05$) para conversão alimentar por massa de ovos e ganho de peso, efeito quadrático ($P<0,05$) para produção de ovos por ave alojada, e teste de comparação de média de Student Newman-Keuls (SNK), para produção de ovos por ave dia, peso do ovo, massa de ovo, não tendo sido verificado efeito significativo para mortalidade, ovos comerciais, consumo alimentar e conversão alimentar por dúzia de ovos para as codornas. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a exigência nutricional de Ca para codornas japonesas durante o pico de postura, foi estimada em 3,2% da dieta, correspondendo ao consumo de 882 mg de cálcio / ave / dia.

Palavras chave: *Coturnix coturnix japonica*, desempenho produtivo, níveis de cálcio, pico de postura

Chapter 1

Performance of Japanese quails fed with different levels of calcium in their peak production

Abstract - We used 360 female Japanese quails, 56 days old, mean weight of 121.5 g, during their production peak. The experimental design was completely randomized in a factorial system of 6x4; six levels of calcium (1.6; 2.0; 2.4; 2.8; 3.2 and 3.6%) and four experimental periods of 28 days each, all treatments were composed by six replicates and ten birds by experimental unit. We measured egg production per bird per day, and lodged bird (%), mortality (%), commercial egg production (%), food consume (g), egg weight (g), egg mass (grams of eggs/bird/day), feed conversion (grams of ration/g of eggs), feed conversion (grams of ration/dozen of eggs) and weight gain (g). There was no interaction between the calcium levels and the periods for any of the studied variables. A linear effect was observed ($P < 0.05$) for feed conversion per egg mass and weight gain. A quadratic effect was found ($P < 0.05$) for egg production per lodged bird. We performed a means test (Student Newman-Keuls) comparing egg production per bird day, egg weight, and egg mass. There was no significant effect in mortality, commercial eggs, food consume and food conversion per dozen eggs. We conclude that the calcium nutritional exigency of Japanese quails in their peak production was estimated in 3.2% of the diet, corresponding to the consume of 882 mg of calcium/bird/day.

Keywords: *Coturnix coturnix japonica*, reproductive performance, calcium levels, peak production.

Introdução

No Brasil uma das atividades que tem se desenvolvido é a coturnicultura, criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), com destaque no mercado agropecuário brasileiro.

Na década de 90 houve grande crescimento na produção devido ao consumo até então restrito ao mercado atacadista e de supermercados, passando nesta década às indústrias beneficiadoras de ovos a consumi-los, e a fornecer para o mercado consumidor ovos processados.

Este crescimento tem despertado a atenção e o interesse de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que venham contribuir para maior aprimoramento e fixação desta exploração como fonte rentável na produção avícola (Furlan et al., 1996).

Na criação de codornas, os estudos em nutrição são importantes, pois, além dos custos elevados, quando se vai formular dietas para esta espécie, são utilizadas normalmente tabelas de exigências nutricionais de outros países não sendo estas ideais para as condições tropicais.

O NRC (1994) sugere ser a exigência nutricional de Ca de 2,5% para codornas japonesas em postura, sendo que o INRA (1999), sugere ser a exigência nutricional entre 3,0 a 3,4% de Ca, dependendo do nível de energia da dieta, para codornas na fase de produção de ovos. Tais referências mostram que este valor ainda não está claramente determinado, devido às controvérsias e poucas pesquisas realizadas (Albino & Barreto, 2003).

Na produção de ovos, é de fundamental importância verificar os níveis de Ca e fósforo (P) que devem ser utilizados na dieta, pois, estão diretamente ligados ao desempenho das aves (Shirivastav, 2002).

As aves têm capacidade de adaptar-se a dietas contendo baixo nível de Ca por aumento na capacidade de absorção intestinal. Hamilton & Cipera (1981) observaram que aves jovens têm melhor capacidade de absorver Ca do que aves com idade avançada, enquanto que (Leeson et al., 1986) observaram que aves imaturas absorvem menos Ca do que aves em produção, sugerindo que certas aves em função da idade, podem ter o desempenho prejudicado quando são alimentadas com dieta contendo baixo nível de Ca.

Objetivou-se neste trabalho determinar a exigência de Ca para codornas japonesas visando melhorar o desempenho durante o pico de postura.

Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG, no período de maio a agosto de 2003, com duração de 112 dias.

Foram utilizadas 360 codornas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*), com 56 dias de idade e peso médio de 121,5 g durante quatro períodos experimentais.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 1,0 m de comprimento x 0,23 m largura x 0,20 m altura, dispostas em três andares, montadas em esquema de escada. Cada gaiola foi subdividida em duas repartições iguais de 0,50 m, com capacidade para dez aves em cada repartição, fornecendo área de 115 cm² /ave. Sobre o piso de cimento, logo abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha, para absorção da umidade das excretas. O comedouro e o bebedouro eram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, e ambos colocados percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior das gaiolas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x4; sendo constituído de seis tratamentos (níveis de Ca na dieta) e quatro períodos experimentais de 28 dias, com seis repetições e a unidade experimental representada por uma gaiola, contendo 10 aves.

Os tratamentos foram seis dietas isocalóricas, isoprotéicas e isoaminoacídicas, a base de milho e de farelo de soja, variando em seis níveis de cálcio (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) com a substituição do calcário pela areia lavada, constituindo-se assim os tratamentos experimentais, Tabela 1.

As exigências nutricionais utilizadas para a formulação das dietas das aves foram baseadas nas recomendações preconizadas pelo NRC (1994), exceto para as exigências de Ca e metionina+cistina (met+cis). As exigências de met+cis e de met+cis digestíveis foram baseadas nas recomendações de (Pinto, 2002), dando-se continuidade aos trabalhos de exigência já desenvolvidos na (UFV) para a espécie *Coturnix coturnix japonica*.

Tabela 1. Composições percentuais, químicas e valores nutricionais das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de Cálcio (%)					
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
Milho	51,892	51,892	51,892	51,892	51,892	51,892
Farelo de soja	33,610	33,610	33,610	33,610	33,610	33,610
Óleo de soja	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850
Calcário	3,024	4,065	5,107	6,149	7,190	8,228
Fosfato bicálcico	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320
L-Lisina HCl (99%)	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140
DL-Metionina (99%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Sal	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
Mistura mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante (BHT) ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Areia lavada	5,504	4,463	3,421	2,379	1,338	0,300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições Calculadas						
E M (Kcal/Kg)	2860	2860	2860	2860	2860	2860
Proteína Bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Cálcio (%)	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600
Fósforo total (%)	0,567	0,567	0,567	0,567	0,567	0,567
Fósforo disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Metionina digestível (%)	0,463	0,463	0,463	0,463	0,463	0,463
Metionina (%)	0,485	0,485	0,485	0,485	0,485	0,485
Metionina + cistina digestível (%)	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727
Metionina + cistina (%)	0,797	0,797	0,797	0,797	0,797	0,797
Lisina (%)	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Treonina (%)	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772
Triptofano (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250

¹ Composição/kg: 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, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 1.500mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B₁₂ 20.000mg, selênio 150 mg, veículo q.s.p. 100g.

² Composição/kg: manganês -160g, ferro -100g, zinco -100g, cobre -20g, cobalto -2g, iodo- 2g,.

³ Butil-hidróxi-tolueno (antioxidante) excipiente q.s.p. – 1000 g.

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo período experimental.

O programa de iluminação teve início com 40 dias de idade das aves, sendo fornecido inicialmente 14 horas de luz diária, 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 foi controlado por um relógio automático (timer), que permitia o acender das luzes à noite e na madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas.

A temperatura e a umidade relativa no galpão foram monitoradas duas vezes ao dia, por termômetros de mínima e máxima e de bulbo seco e úmido, os quais estavam distribuídos em pontos estratégicos no galpão, e posicionados à altura das aves, sendo as médias obtidas registradas na Tabela 2.

Tabela 2. Temperaturas máxima e mínima médias (°C) e umidade relativa média (%) registradas no período experimental

Períodos (dias)	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	Média	
I (56-84)	22,0	19,8	20,8	89,9
II (85-113)	25,7	14,2	19,9	90,6
III (114-142)	25,4	13,1	19,2	90,4
IV (115-171)	25,7	15,6	20,7	90,8
Média	24,7	15,6	---	90,4

Parâmetros avaliados

O desempenho das aves foi avaliado pela produção média de ovos (por ave/ dia e por ave alojada), produção de ovos comerciais, consumo de ração, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar (por dúzia e por massa de ovos), peso corporal inicial, final e ganho de peso corporal.

Produção de ovos

A produção média de ovos em cada período de 28 dias, foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos (com coleta diária realizada às 8:00 horas), incluindo os quebrados, trincados e os anormais, sendo expressa em percentagem sobre a média de aves do período (ave dia)

e, sobre a média de aves alojadas no início do experimento. Também foi calculado o número médio de ovos produzidos e classificados como comerciais, ou seja, ausência de defeitos, trincas ou quebrados, determinando-se a percentagem de postura de ovos comerciais durante o período experimental.

Consumo de ração

Foi determinado ao término de cada período de 28 dias, através da divisão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por dia.

Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados durante os últimos três dias consecutivos de cada período, para obtenção do peso médio dos ovos.

Massa de ovos

Foi expressa em gramas por ave por dia, foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos no período pelo número total de ovos produzidos no respectivo período, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período.

Conversão alimentar

Foram determinados em cada período, os gramas de ração consumida por gramas de massa de ovos produzidos (g/g) e a quantidade de gramas de ração consumida por dúzia de ovos produzidos (g/dz).

Ganho de peso

As aves de cada repetição, foram pesadas ao início e ao término do experimento, para a determinação do peso médio inicial, do peso médio final e do ganho de peso médio ocorrido durante o período experimental.

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, da Universidade Federal de Viçosa (1999), onde foram feitos as análises de variância, com posterior uso das equações de análises das regressões linear polinomial e quadrática, além disso, aplicou-se o teste de média de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade, para as variáveis que apresentaram baixo coeficiente de regressão, assim como para aquelas que apresentaram efeito de período significativo.

O modelo estatístico utilizado para todas variáveis, com exceção do ganho de peso foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + t'_k + tt'_{ik} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado relativo às aves que receberam o nível de cálcio i, na repetição j e no período experimental k;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do nível de cálcio i, onde i = 1, 2, 3, 4, 5 e 6;

t'_k = efeito do período experimental k, onde k = 1, 2, 3 e 4;

tt'_{ik} = efeito da interação dos níveis de cálcio i com os períodos experimentais t', e

ε_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Para o ganho de peso não se levou em consideração o período experimental, sendo então utilizado o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ij} = valor observado relativo às aves que receberam o nível de cálcio i na repetição j;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do nível de cálcio i, onde i = 1, 2, 3, 4, 5 e 6; e

ε_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Resultados e Discussão

Pelas análises estatísticas pode-se constatar que não houve interação significativa dos níveis de cálcio (Ca) da dieta e dos períodos experimentais para nenhuma das variáveis analisadas, demonstrando que os efeitos dos níveis de Ca e de período comportaram-se de maneira diferente e independente.

Produção Média de Ovos por Ave Dia

Os valores referentes à produção média de ovos, expressos em percentagem por ave dia, de acordo com os níveis de cálcio na dieta e no período experimental, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Produção de ovos por ave dia em percentagem, em função dos níveis de cálcio na dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	86,77	82,24	82,59	85,98	87,22	89,14	85,65 ^A
2° (85 - 113)	89,76	89,30	87,47	87,35	93,71	94,39	90,33 ^A
3° (114 - 142)	86,82	81,16	85,66	78,39	94,64	90,64	86,22 ^A
4° (143 - 171)	73,74	73,43	74,11	74,83	89,42	79,13	77,44 ^B
Média ²	84,28 ^{ab}	81,53 ^b	82,46 ^b	81,64 ^b	91,25 ^a	88,32 ^{ab}	84,91
CV (%) = 13,294 ⁽³⁾							

1 Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem-se pelo teste SNK (P < 0,05).

2 Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem-se pelo teste SNK (P < 0,05).

3 CV: coeficiente de variação.

Observou-se influência significativa (P < 0,05) dos níveis de Ca na dieta, apesar da regressão linear ajustar-se para o parâmetro produção de ovos ave dia, ela não foi utilizada para estimar a exigência de Ca para as aves, pois apresentou baixo coeficiente de regressão (R²=0,42). Optando-se então pela comparação das médias dos tratamentos pelo teste de SNK para explicar o comportamento da produção de ovos por ave dia.

Os níveis de 3,2 e 3,6% de Ca na dieta de codornas japonesas, foram os níveis que apresentaram maior produção de ovos por ave dia, no entanto o menor nível de 1,6% de Ca também apresentou boa produção de ovos, isto

pode ter ocorrido devido às aves estarem utilizando a reserva corporal para a manutenção da postura. Pode-se observar a queda na produção de ovos no 4^a período, para os tratamentos com menores níveis de Ca, podendo-se aferir que talvez com a continuidade do experimental as aves destes tratamentos apresentariam uma baixa produção de ovos, quando comparadas às aves que receberam os maiores níveis de Ca.

Trabalhando com codornas japonesas de 56 dias até 196 dias de idade, analisando quatro níveis de Ca (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três granulometrias (fina, média e grossa) de calcário, Luz (2002) observou aumento na produção de ovos com o aumento dos níveis de Ca na dieta, concordando com os resultados encontrados no experimento, em que os maiores níveis de Ca na dieta apresentaram melhor produção de ovos.

Garcia et al. (2000) avaliando codornas japonesas no pico de postura que receberam dietas contendo níveis de 2,5 a 4,0% de Ca, encontraram que o nível 3,06% de Ca proporcionou maximização na produção de ovos, discordando dos resultados encontrados no experimento, em que os maiores níveis apresentaram maior produção de ovos.

Já Pedroso et al. (1999) não observaram diferença significativa para porcentagem de postura, ao estudarem dietas contendo níveis de 2,5; 3,0 e 3,5% de Ca para codornas japonesas.

Para produção de ovos por ave dia houve influência significativa ($P < 0,05$) do período experimental (Tabela 3). As aves ao início do 1^o período experimental já estavam em produção, próximas de atingir o pico de postura, por isso a porcentagem de produção de ovos estava elevada ao início do experimento. Maior produção de ovos foi verificada no 2^o período experimental, o qual corresponde ao pico de postura das codornas, seguido de decréscimo no 3^o e 4^o períodos, comportamento esperado, em função da resposta fisiológica da ave. Quando após o pico de postura ocorre queda na produção de ovos. Isto pode ser verificado na produção comercial de ovos, em que utiliza-se lotes de aves com idades diferentes para haver sempre lotes em pico de produção.

Albino & Barreto (2003) citam que as codornas japonesas apresentam produção de ovos superior a 80% até aproximadamente 32^a semana de idade, sendo a produção média, neste período, acima de 5,5 ovos por ave em cada

semana. Porém, observou-se neste experimento queda antecipada da produção.

Produção Média de Ovos por Ave Alojada

Os valores referentes à produção média de ovos expressos em percentagem por ave alojada, de acordo com os níveis de Ca na dieta e do período são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Produção de ovos por ave alojada, em percentagem, em função dos níveis de cálcio e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	85,65	76,96	79,70	79,17	80,48	84,70	81,11 ^A
2° (85 - 113)	86,49	79,11	74,58	75,48	79,36	83,51	79,75 ^A
3° (114 - 142)	80,06	71,25	67,68	60,71	73,04	74,64	71,23 ^B
4° (143 - 171)	64,64	60,60	53,10	53,15	66,67	61,55	59,95 ^C
Média ²	79,21	71,98	68,76	67,13	74,88	76,10	73,01
CV ³ = 19,637%							

1 Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK (P < 0,05)

2 Efeito quadrática, $\hat{Y} = 88,2143 - 11,0087x + 1,53805x^2$, $R^2 = 0,85$

3 CV: coeficiente de variação.

Os dados da produção de ovos por ave alojada, revelaram efeito quadrático (P < 0,05) e equação $\hat{Y} = 88,2143 - 11,0087x + 1,53805x^2$; $R^2 = 0,85$, apesar do efeito encontrado, este parâmetro não foi utilizado para a determinação da produção de ovos por ave alojada, devido a alta mortalidade ocorrida em todos os tratamentos, e esta mortalidade não ter apresentou efeito significativo para os níveis de Ca na dieta como demonstrado na Tabela 5.

Na literatura revisada não foram encontrados trabalhos científicos determinando a produção de ovos por ave alojada para codornas. Sendo este um parâmetro importante a ser observado, uma vez que, a mortalidade de codornas durante o período de postura é elevada quando compara-se à mortalidade de galinhas poedeiras.

Tabela 5. Mortalidade das aves, em função dos níveis de cálcio e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	1,667	10,000	13,333	13,333	10,000	10,000	9,722
2° (85 - 113)	3,519	1,852	4,233	4,464	7,567	3,750	4,231
3° (114 - 142)	5,602	3,704	8,333	15,251	7,639	6,845	7,896
4° (143 - 171)	11,157	3,333	9,583	1,169	6,845	11,269	7,032
Média ¹	5,486	4,722	8,871	8,262	8,013	7,966	7,220
CV ² = 125,61%							

¹ Efeito não significativo (P>0,05)

² CV: coeficiente de variação.

Albino & Barreto (2003) mencionam que a mortalidade, acumulada na 24^a a 25^a semanas de idade das aves, alcançou índices de 19% com aumento linear e contínuo durante o período de produção. Neste experimento verificou-se mortalidade de 25,56% para este mesmo período, mostrando que existem diferenças de resultados, necessitando de mais pesquisas para obtenção de dados zootécnicos com maior precisão para codornas japonesas.

Para a produção de ovos por ave alojada houve influência significativa (P<0,05) dos períodos experimentais (Tabela 4), podendo ser observado, queda na produção de ovos por ave alojada ao longo do período, em função da redução da taxa de produção e do aumento da mortalidade das aves.

Comparando-se as médias do período experimental entre produção de ovos por ave dia com ave alojada, dando-se destaque para o 4^o período, devido a maior diferença entre as médias, foi verificado queda de 17,49% na produção de ovos por ave alojada. Esta comparação mostra que para codornas japonesas a mortalidade é um fator relevante, porque representa queda significativa na produção de ovos.

Produção de Ovos Comercias

Os resultados de produção de ovos comerciais revelam que os níveis de Ca na dieta não influenciaram (P>0,05) na qualidade dos ovos destinados para a comercialização (Tabela 6).

Tabela 6. Produção de ovos comerciais, em percentagem, em função dos níveis de cálcio na dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	98,77	99,22	98,73	98,54	99,07	98,61	98,82
2° (85 -113)	98,85	99,20	98,90	96,23	99,33	98,39	98,48
3° (114 -142)	98,41	98,73	97,47	97,82	97,58	95,63	97,60
4° (143 -171)	94,87	98,14	98,19	97,33	97,44	96,63	97,10
Média ¹	97,73	98,82	98,32	97,48	98,35	97,31	98,00

CV² = 2,061%

¹ Efeito não significativo (P>0,05)

² CV: coeficiente de variação.

Este parâmetro demonstra que 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, sendo viável o uso de níveis inferiores para codornas japonesas no período de 56 dias até 171 dias de idade, visando à industrialização destes ovos, em função de facilitar a retirada da casca.

A espessura de casca mais fina permite que esta seja retirada de forma mais rápida, sem que ocorra rompimento da membrana interna e falha na retirada da casca.

Consumo de Ração

Os valores referentes ao consumo médio de ração por ave dia , de acordo com os níveis de Ca na dieta e com os períodos experimentais, estão apresentados na Tabela 7.

Os resultados mostraram que os níveis de Ca na dieta não influenciaram no consumo de ração das aves.

Do mesmo modo, Pedroso et al. (1999) trabalhando com níveis de (2,5; 3,0 e 3,5%) de Ca na dieta e Masukawa et al. (1996) com níveis de 2,0 a 3,5% de Ca, ambos com codornas japonesas, observaram que o consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de Ca utilizados na dieta.

Observou-se que o consumo de ração foi maior no 1° período e depois tendeu a estabilizar nos próximos períodos, isto se justifica, devido às codornas estarem formando suas reservas corporais e estarem aumentando a postura, o

peso de ovo e conseqüentemente a massa de ovos. O aumento no consumo de ração no 3º período pode estar relacionado com a queda na temperatura ambiental durante esta fase, na qual foram registradas as menores temperaturas ao longo do dia, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 7. Consumo médio de ração em gramas ave dia, em função dos níveis de cálcio na dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1º (56 - 84)	28,67	28,91	27,60	28,11	28,38	28,05	28,29 ^A
2º (85 -113)	25,47	24,71	25,18	23,72	25,42	24,88	24,90 ^C
3º (114 -142)	26,93	25,30	25,48	25,34	27,76	27,46	26,38 ^B
4º (143 -171)	24,72	23,69	25,22	25,22	28,70	25,56	25,52 ^C
Média ²	26,45	25,65	25,87	25,60	27,56	26,49	26,27

CV³ = 6,92%

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste SNK (P< 0,05).

² Efeito não-significativo pelo teste F (P>0,05)

³ CV: coeficiente de variação.

Peso do Ovo

Os dados de peso médio de ovos, segundo os níveis de Ca na dieta e os períodos experimentais, são apresentados na Tabela 8.

Observou-se influência significativa (P<0,05) dos níveis de Ca na dieta sobre o peso dos ovos, apesar da regressão linear ajustar-se para o parâmetro peso médio de ovos, ela não foi utilizada para estimar a exigência de Ca para as aves, pois apresentou baixo coeficiente de regressão (R²=0,43). Optando-se pela então utilização das médias dos tratamentos para explicar o comportamento do peso dos ovos.

Dentre os níveis de Ca na dieta estudados houve pouca variação para o peso médio dos ovos entre os tratamentos, com exceção, ao menor nível de inclusão de 1,6% de Ca, que resultou em menor peso médio de ovo, comportamento já esperado, por ser este um nível muito abaixo do recomendado pelo NRC (1994), que determina ser a exigência nutricional de 2,5% de Ca na dieta para codornas japonesas em postura.

Tabela 8. Peso médio dos ovos, em gramas, em função dos níveis de cálcio da dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	10,49	10,70	10,60	10,63	10,58	10,54	10,59 ^C
2° (85 - 113)	10,90	11,15	10,88	11,13	11,15	11,14	11,06 ^B
3° (114 - 142)	11,12	11,19	11,11	11,41	11,21	11,22	11,21 ^{AB}
4° (143 - 171)	11,03	11,27	11,23	11,47	11,49	11,40	11,32 ^A
Média ²	10,88 ^b	11,08 ^a	10,95 ^b	11,16 ^a	11,11 ^a	11,08 ^a	11,04

CV³ = 3,026%

1 Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK (P < 0,05).

2 Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem-se pelo teste SNK (P < 0,05).

3 CV: coeficiente de variação.

Conduzindo trabalho com granulometria do calcário e níveis de Ca ,já descritos anteriormente, Luz (2002) não encontrou efeito significativo para peso de ovos, concordando com Pedroso et al. (1999) que utilizaram níveis 2,5 de a 3,5% de Ca em dieta de codornas japonesas.

Trabalhando com níveis de (2,8; 3,2; 3,6; 4,0 e 4,4%) de Ca para poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção, Oliveira (2001), também não encontrou efeito significativo para peso médio do ovo das aves.

Todavia Shrivastav & Panda (1986), avaliando o efeito de três fontes de Ca e três níveis (3,0; 3,4; e 3,75%) de Ca para codornas japonesas de 70 dias até 126 dias de idade, observaram que a média do peso do ovo melhorou numericamente de 10,1g para 10,5g, quando o nível de Ca aumentou de 3,0% para 3,75% na dieta das aves.

Ao longo do decorrer do período experimental houve aumento no peso médio dos ovos (P<0,05) em virtude do desenvolvimento corporal das aves com o avanço da idade, passando as aves a reduzir a postura e aumentar o peso dos ovos.

Massa de Ovos

Os resultados referentes a massa de ovos encontram-se na Tabela 9 e revelam efeito significativo (P<0,05), apesar da regressão linear ajustar-se para o parâmetro massa de ovos, ela não foi utilizada para estimar a exigência de cálcio para as codornas, pois apresentou baixo coeficiente de regressão

($R^2=0,53$). Desse modo, optou-se pelo teste de médias dos tratamentos para explicar o comportamento da massa de ovos.

Maior massa de ovos foi verificado para codornas que receberam dieta contendo 3,2 e 3,6% de Ca ($P<0,05$), resultados estes provenientes da maior produção e do maior peso dos ovos obtidos nestes tratamentos.

Tabela 9. Massa média de ovos, em gramas, em função dos níveis de cálcio da dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	9,10	8,81	8,75	9,15	9,23	9,40	9,07 ^B
2° (85 -113)	9,79	9,94	9,51	9,73	10,44	10,51	9,99 ^A
3° (114 -142)	9,67	9,12	9,52	8,95	10,61	10,16	9,67 ^A
4° (143 -171)	8,63	8,22	8,33	8,58	10,27	9,01	8,76 ^B
Média ²	9,18 ^b	9,02 ^b	9,03 ^b	9,10 ^b	10,14 ^a	9,77 ^{ab}	9,37
CV ³ =13,767%							

1 Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK ($P<0,05$).

2 Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem-se pelo teste SNK ($P<0,05$).

3 CV: coeficiente de variação.

Shrivastav & Panda (1986) estudando o efeito de três fontes de Ca e três níveis (3,0; 3,4 e 3,75%) de Ca na dieta de codornas japonesas, encontraram efeito significativo para massa de ovo proveniente de aves que consumiram dieta contendo 3,0% de Ca. Com a ingestão de ração contendo 3,75% de Ca houve redução na produção de ovos e na massa de ovo.

Diferença não significativa para massa de ovos de poedeiras foram encontradas por Keshavarz & Nakajima (1993) ao fornecerem dieta com níveis de 3,5 a 5,5% de Ca para linhagens de poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção.

Abdou el al. (1993) trabalhando com poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção, alimentadas com dietas deficiente em Ca (1,7% de Ca), abaixo da exigência (2,2% de Ca) e dieta controle (3,9% de Ca), verificaram aumento da massa de ovo com aumento dos níveis de Ca na dieta.

Maior massa de ovos foi observada nos períodos 2º e 3º, os quais corresponderam a maior produção e ao maior peso dos ovos. Estes períodos representam a fase em que as aves já alcançaram a maturidade física e o pico máximo de produção. A redução da massa de ovo no 4º período é resultante

da diminuição na taxa de postura das codornas a da tendência a estabilização no tamanho dos ovos.

Conversão Alimentar por Massa de Ovos

Os resultados de conversão alimentar por massa de ovos, de acordo com os níveis de Ca na dieta e com os períodos experimentais, estão na Tabela 10.

Tabela 10. Conversão alimentar média em grama de ração por grama de ovos, em função dos níveis de cálcio na dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	3,16	3,35	3,16	3,13	3,10	2,99	3,15 ^A
2° (85 -113)	2,61	2,50	2,65	2,46	2,45	2,37	2,51 ^C
3° (114 -142)	2,82	2,86	2,68	2,92	2,62	2,71	2,77 ^B
4° (143 -171)	3,14	2,98	3,08	3,08	2,83	2,87	3,00 ^A
Média ²	2,93	2,92	2,89	2,90	2,75	2,73	2,85
CV ³ =12,623%							

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK (P< 0,05).

² Efeito linear (P<0,05); R²=0,82

³ CV: coeficiente de variação.

Houve efeito linear (P<0,05), demonstrado pela equação $\hat{Y} = 3,0041 - 0,0428x$; (R²=0,82) que o aumento dos níveis de Ca na dieta, promoveu melhora na conversão alimentar das aves (Figura 1).

Dietas contendo 3,2 e 3,6% de Ca, proporcionaram melhor conversão alimentar, proveniente da maior massa de ovos, devida à produção de ovos, e tendo os diferentes níveis de Ca não influenciado no consumo médio de ração.

Luz (2002) trabalhando com níveis de 2,0 a 3,5% de Ca na dieta de codornas japonesas, encontrou efeito significativo, com melhora na conversão alimentar por massa de ovos à medida que elevou-se os níveis de Ca na ração.

Ao contrário, Garcia et al. (2000) estudando níveis de 2,5 a 4,0% de Ca na dieta de codornas japonesas, não encontraram efeito significativo para conversão alimentar por massa de ovo, resultado semelhante também foi encontrado por Masukawa et al. (1996) que trabalharam com dieta contendo níveis de 2,0 a 3,5% de Ca.

As diferenças encontradas para conversão alimentar por massa de ovo no decorrer dos períodos experimentais, foram devidas as variações verificadas na produção de ovos e consumo de ração das aves.

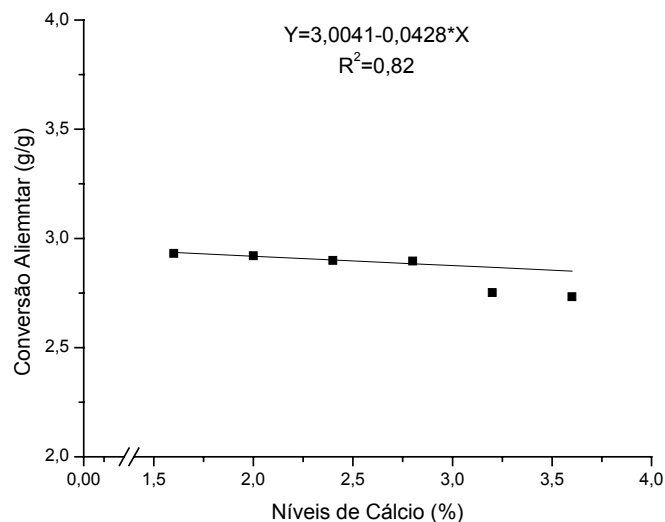


Figura 1. Regressão da conversão alimentar por massa de ovos (g/g) em função dos níveis de cálcio da dieta.

No 1º período a produção de ovos estava aumentando e as aves ainda não haviam terminado o seu desenvolvimento corporal, como consequência pode-se observar maior consumo de ração, resultando em piora na conversão alimentar neste período. Melhor conversão alimentar foi observada nos 2º e 3º períodos, em função das aves estarem no pico de produção e já ter completado o seu crescimento corporal com produção e peso de ovos estabilizados. A partir do 4º período houve redução na produção de ovos, e mesmo tendo apresentado maior peso de ovo, isto não contribuiu para a conversão alimentar, que foi alta para as codornas.

Conversão Alimentar por Dúzia de Ovos

Os resultados de conversão alimentar média por dúzia de ovos são apresentados na Tabela 11 e revelam efeito não significativo, indicando que os diferentes níveis de Ca na dieta não influenciaram neste parâmetro.

Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2000) trabalhando com níveis de 2,5 a 4,0% de Ca na dieta de codornas de postura,

de 70° dia até 130° dia de idade. Os autores não encontraram efeito significativo para conversão alimentar por dúzia de ovos, concordando com o que foi encontrado por Masukawa et al. (1996) que trabalharam com níveis de 2,0 a 3,5% de Ca na dieta.

Tabela 11. Conversão alimentar média, grama de ração por dúzia de ovos, em função dos níveis de cálcio e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	397,33	429,42	401,82	398,32	393,60	378,58	399,85 ^A
2° (85 -113)	341,47	334,34	346,07	327,79	327,92	316,80	332,40 ^C
3° (114 -142)	375,24	381,60	357,80	399,68	352,33	364,26	371,82 ^B
4° (143 -171)	413,86	403,94	414,75	424,22	390,73	392,68	406,70 ^A
Média ²	381,98	387,33	380,11	387,50	366,14	363,08	377,69
CV ³ = 12,61%							

1 Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK (P< 0,05).

2 Efeito não-significativo pelo teste F (P>0,05)

3 CV: coeficiente de variação.

Houve efeito para o período experimental (P<0,01), verificando-se melhor conversão alimentar por dúzia de ovos no 2° período, proveniente da maior produção de ovos e do menor consumo de ração durante o pico de postura.

A pior conversão alimentar por dúzia de ovos foram para os 1° e 4° períodos, sendo que no 1° as aves não haviam atingido o pico de produção e houve maior consumo de ração. No 4° período ocorreu queda na produção de ovos e conseqüente piora na conversão alimentar das aves.

Ganho de Peso

Os resultados referentes ao peso médio inicial, final e ganho de peso médio das codornas, de acordo com os níveis de Ca na dieta e com os períodos experimentais, são apresentados na Tabela 12.

Verificou-se efeito linear (P<0,05) sobre o ganho de peso das codornas aos 171 dias de idade, em função do aumento dos níveis de Ca na dieta, de acordo com a equação $\hat{Y} = 38,167 + 7,4136x$; $R^2=0,71$, e conforme é indicado na Figura 2. Embora o ganho de peso das aves tenha aumentado de forma linear, constatou-se pouca diferença entre os ganhos médios obtidos para as

aves que receberam dieta contendo os dois maiores níveis de Ca caracterizando a ocorrência de uma estabilização do ganho de peso a partir no nível de 3,2% de Ca na dieta.

Tabela 12. Peso médio inicial, final e ganho de peso médio das aves, em gramas, com 56 dias e 171 dias de idade e, durante o período experimental, respectivamente, em função dos níveis de cálcio na dieta.

Itens	Níveis de cálcio (%)						Média
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
Peso inicial, g	121,62	121,62	121,60	121,60	121,38	121,62	121,57
Peso final, g	155,08	182,63	189,12	184,86	198,12	193,57	183,90
Ganho de peso, g ¹	33,47	61,02	67,52	63,26	76,73	71,95	62,25
CV ² = 31,3%							

¹Efeito linear (P<0,05), $\bar{Y} = 38,167 + 7,4136x$; R²=0,71

² CV: coeficiente de variação.

Os níveis de Ca utilizados, com exceção do nível de 1,6%, proporcionaram pesos finais e ganhos de peso satisfatórios.

Observando-se os parâmetros produção de ovos e massa de ovos em que o menor nível de Ca, 1,6%, apresentou resultados semelhante aos dois maiores níveis de Ca, e avaliando a contrastante diferença de ganho de peso entre estes tratamentos, em que os níveis de 3,2 e 3,6% de Ca obtiveram os maiores ganho de peso e peso corporal, pode-se inferir que com a continuidade do experimento por mais um período, as aves recebendo dieta com baixo nível de Ca (1,6%), talvez começariam apresentar sintomas de deficiência em Ca. Entre os sintomas de deficiência, pode-se citar; a fadiga de gaiola, a queda brusca de postura, a redução do peso do ovo, a queda na massa de ovos e a possível mortalidade das aves. Tais sintomas são apontados devido a grande mobilização existente das reservas corporais para a manutenção da postura.

As reduções na produção de ovos, no peso dos ovos e na massa de ovos, foram de 21,3; 4,2 e 19,0%, respectivamente para os ovos de codornas no último período avaliado, para o tratamento que continha o menor nível de Ca, quando comparados os valores obtidos para os ovos provenientes de codornas alimentadas com dieta contendo 3,2% de Ca.

Raju et al. (1992) testando 2,0 a 3,5% de Ca nas dietas de codornas japonesas, observaram que o peso corporal aumentou com a elevação dos níveis dietéticos de Ca .

Vohra et al. (1979) trabalhando com codornas japonesas entre 147 dias a 196 dias de idade, não encontraram influência significativa para o peso corporal, quando as aves foram submetidas a dieta que continha 1% de Ca, este resultado pode ter ocorrido devido ao pequeno período experimental.

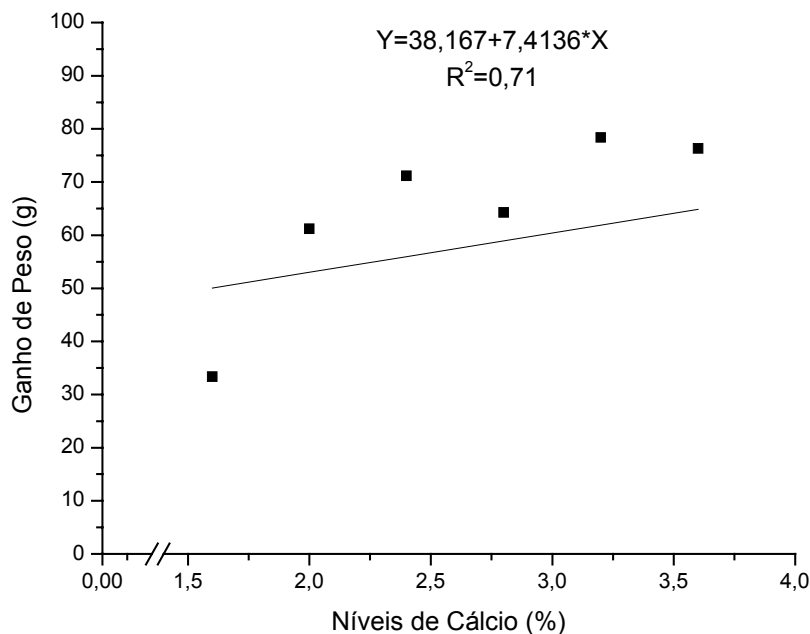


Figura 2. Regressão do ganho de peso das codornas em função dos níveis de cálcio da dieta.

Conclusão

De acordo com as características de desempenho estudadas, sugere-se o valor de 3,2% de cálcio na dieta, como sendo a exigência nutricional para codornas japonesas durante o pico de postura, correspondendo ao consumo diário de 882 mg de cálcio / ave.

Referências Bibliográficas

ABDOU, G. ABDALLAH; HARMS, R.H.; EL-HUSSEIN, O. Performance of laying eggs with heavy or light shell weight when fed diets with different calcium and phosphorus levels. **Poultry Science**, v.72: p.1881-1891, 1993.

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. Codornas **Criação de Codornas Para Produção de Ovos e Carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.

FURLAN, A.C.; ANDREOTTI, M.O.; MURAKAMI, A.E.; et. al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996. Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p.43.

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.; CIPERA, J. D. Effects dietary calcium levels during the brooding, rearing, and early laying period on feed intake, egg production, and shell quality of white leghorn hens. **Poultry Science**, v.60, p.349-357, 1981.

Instituto nacional de la recherché agronomique. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª 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.

LEESON, S.; JULIAN, R. J.; SUMMERS, J. D. Influence of prelay and early-lay dietary calcium concentration on performance and bone integrity of leghorn pullets. **Canadian Journal Animal Science**, v.66, p.1087 – 1095, 1986.

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.

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.

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

OLIVEIRA, J. R. **Níveis de cálcio e fósforo em dietas para poedeiras leves e semipesadas no 2º ciclo de produção**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2001.

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.

PINTO, R. **Exigências nutricionais de metionina + cistina e lisina para codornas japonesas na fase de recria e postura**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 90p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

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.

SHRIVASTAV, A. K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: 1ª SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – Novos conceitos aplicados à produção de codornas, 1,2002, Minas Gerais. **Anais...** Lavras, 2002, p.116 - 117.

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, 1999. 59p.

VOHRA, P.; SIOPEs, T. D.; WILSON, W. O. Egg production and body weight changes in japonese quail na leghorn hens following deprivation of either supplementary calcium or vitamin D. **World Poultry Science Journal**, Madison, v.48, n.1, p. 5-16, 1979.

Capítulo 2

Qualidade dos Ovos e *Status* Nutricional de Codornas Japonesas Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Cálcio

Resumo – Foram utilizadas 360 codornas japonesas fêmeas com idade de 56 dias, e peso médio de 121,50 g, durante o período de pico de produção. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x4; contendo seis níveis de cálcio (Ca) na dieta (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) e quatro períodos experimentais de 28 dias, sendo que cada tratamento foi constituído de seis repetições e a unidade experimental foi representada por gaiola, contendo 10 aves. Os parâmetros estudados foram: peso específico dos ovos (g/cm^3), peso de casca dos ovos (g), espessura de casca (mm), Ca na casca (g), concentrações de cinzas e Ca nos ossos (% e g). Não foi observada interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de Ca na dieta e os períodos para nenhuma das variáveis avaliadas. Verificou-se efeito linear ($P<0,05$) para espessura de casca e para percentagem de Ca no osso e efeito quadrático ($P<0,01$) para peso específico, ($P<0,05$) peso de casca dos ovos e percentagem de cinzas nos ossos, não tendo sido verificado efeito significativo para grama de Ca e cinzas na casca e de cinzas nos ossos. A exigência nutricional de Ca para codornas japonesas durante a fase de postura, foi estimada em 3,0; 3,34 e 3,42% da dieta, para percentagem de cinzas no osso, para peso específico e para peso de casca, correspondendo ao consumo diário de 797, 903 e 924 mg de Ca / ave respectivamente.

Palavras chave: casca de ovo, cinzas, *Coturnix coturnix japonica*, níveis de cálcio, ossos, pico de postura

Chapter 2

Egg quality and Nutritional Status of Japanese Quails fed with different calcium levels

Abstract - We used 360 female Japanese quails, 56 days old, mean weight of 121.5 g, during their production peak. The experimental design was completely randomized in a factorial system of 6x4; six levels of calcium (1.6; 2.0; 2.4; 2.8; 3.2 and 3.6%) and four experimental periods of 28 days each; all treatments were composed by six replicates and ten birds by experimental unit. We measured specific weight of eggs (g/cm^3), eggshell weight (g), eggshell thickness (mm), Ca in eggshell (g), concentration of calcium on the ashes of the bones (% and g). There was no significant interaction ($P < 0.05$) between the calcium levels in the diet and the periods for any of the measured variables. We observed a linear effect ($P < 0.05$) in shell thickness and Ca percentage on the bones, and a quadratic effect ($P < 0.01$) in specific weight, ($P < 0.05$) eggshell weight and percentage of ashes of the bones. There was no significant effect of grams of Ca and ashes in the eggshell and bones. The calcium nutritional exigency of laying Japanese quails on their peak production was estimated to be 3.0 (percentage of ashes on the bones), 3.34 (specific weight) and 3.42% (eggshell weight) of the diet, corresponding to the daily intake of 797, 903 and 924 mg of Ca/bird respectively.

Keywords: eggshell, ashes, *Coturnix coturnix japonica*, calcium level, bones, peak production.

Introdução

No Brasil a criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) é uma atividade que tem crescido principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Embora sem informações estatísticas oficiais, os representantes das agroindústrias da cadeia produtiva de codornas citam que o consumo de ovos tem aumentado vertiginosamente nos últimos 10 anos, resultado de mudanças nos hábitos de alimentação do homem moderno, que tem procurado cada vez mais restaurantes tipo *self-service*, e, do aumento no número de refeições preparadas em estabelecimentos institucionais. Esse aumento tem-se mantido devido ao aumento da oferta que tem sido garantido pela introdução de melhorias na produtividade desse segmento com a adaptação e modernização dos criatórios tradicionais (Bressan & Rosa, 2002).

Nos estudos dos níveis nutricionais, poucos destacam os minerais, que são constituintes indispensáveis na vida das aves, durante a fase de crescimento e produção, por participar na formação do esqueleto e na composição da casca dos ovos. Do (Ca) total do organismo 98 a 99% está presente nos ossos; e os demais participando do metabolismo celular. O Ca também exerce importante papel na qualidade da casca dos ovos, uma vez que é o nutriente que entra em maior quantidade na calcificação da casca do ovo, correspondendo aproximadamente a 35 a 38% da casca do ovo.

Para as formulações de dietas para codornas japonesas estas normalmente são baseadas em dados estrangeiros, pouco condizentes com as condições brasileiras, podendo comprometer os dados de produtividade, e pior ainda, causar prejuízos econômicos com a utilização de níveis inadequados de alguns nutrientes (Murakami, 2002).

O NRC (1994) sugere ser a exigência nutricional de Ca de 2,5% para codornas japonesas em postura quando se formula dieta contendo 2900 kcal de energia metabolizável, já o INRA (1999) sugere níveis de 3,0 a 3,4% de Ca quando a dieta contém 2800 e 3000 kcal de energia metabolizável respectivamente para codornas na fase de produção de ovos. Mostrando que este valor ainda não está claramente determinado, devido às controvérsias e poucas pesquisas realizadas (Albino & Barreto, 2003).

Desse modo, objetivou-se neste presente trabalho determinar a exigência de Ca para codornas japonesas durante a fase de postura visando melhor qualidade dos ovos comerciais.

Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG, no período de maio a agosto de 2003, com duração de 112 dias.

Foram utilizadas 360 codornas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*), com 56 dias de idade e peso médio de 121,5 g durante quatro períodos experimentais.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 1,0 m de comprimento x 0,23 m largura x 0,20 m altura, dispostas em três andares, montadas em esquema de escada. Cada gaiola foi subdividida em duas repartições iguais de 0,50 m, com capacidade para dez aves em cada repartição, fornecendo área de 115 cm² /ave. Sobre o piso de cimento, logo abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha, para absorção da umidade das excretas. O comedouro e o bebedouro eram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, e ambos colocados percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior das gaiolas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x4; sendo constituído de seis tratamentos (níveis de Ca na dieta) e quatro períodos experimentais de 28 dias, com seis repetições e a unidade experimental representada por uma gaiola, contendo 10 aves.

Os tratamentos foram seis dietas isocalóricas, isoprotéicas e isoaminoacídicas, a base de milho e de farelo de soja, variando em seis níveis de cálcio (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) com a substituição do calcário pela areia lavada, constituindo-se assim os tratamentos experimentais, Tabela1.

Tabela 1. Composições percentuais, químicas e valores nutricionais das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Níveis de Cálcio (%)					
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
Milho	51,892	51,892	51,892	51,892	51,892	51,892
Farelo de soja	33,610	33,610	33,610	33,610	33,610	33,610
Óleo de soja	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850
Calcário	3,024	4,065	5,107	6,149	7,190	8,228
Fosfato bicálcico	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,320
L-Lisina HCl (99%)	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140
DL-Metionina (99%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Sal	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
Mistura mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante (BHT) ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Areia lavada	5,504	4,463	3,421	2,379	1,338	0,300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composições Calculadas						
E M (Kcal/Kg)	2860	2860	2860	2860	2860	2860
Proteína Bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Cálcio (%)	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600
Fósforo total (%)	0,567	0,567	0,567	0,567	0,567	0,567
Fósforo disponível (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Metionina digestível (%)	0,463	0,463	0,463	0,463	0,463	0,463
Metionina (%)	0,485	0,485	0,485	0,485	0,485	0,485
Metionina + cistina digestível (%)	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727	0,727
Metionina + cistina (%)	0,797	0,797	0,797	0,797	0,797	0,797
Lisina (%)	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Treonina (%)	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772
Triptofano (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250

¹ Composição/kg: 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, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 1.500mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B₁₂ 20.000mg, selênio 150 mg, veículo q.s.p. 100g.

² Composição/kg: manganês -160g, ferro -100g, zinco -100g, cobre -20g, cobalto -2g, iodo- 2g,.

³ Butil-hidróxi-tolueno (antioxidante) excipiente q.s.p. – 1000 g.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 1,0 m de comprimento x 0,23 m largura x 0,20 m altura, dispostas em três andares, montadas em esquema de escada. Cada gaiola foi subdividida em duas repartições iguais de 0,50 m, com capacidade para dez aves em cada repartição, fornecendo área de 115 cm² /ave. Sobre o piso de cimento, logo abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha, para absorção da umidade das excretas.

O comedouro e o bebedouro eram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, e ambos colocados percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior das gaiolas.

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo período experimental.

O programa de iluminação teve início ao 40^o dia de idade das aves, com fornecimento inicial de 14 horas de luz diária, 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 foi controlado por um relógio automático, que permitia o acender das luzes à noite e na madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas.

A temperatura e a umidade relativa no galpão foram monitoradas duas vezes ao dia, por termômetros de mínima e máxima e de bulbo seco e úmido, os quais estavam distribuídos em pontos estratégicos no galpão, e posicionados à altura das aves, sendo as médias obtidas registradas na Tabela 2.

Tabela 2. Temperaturas máxima e mínima médias (°C) e umidade relativa média (%) registradas no período experimental.

Períodos (dias)	Temperatura (°C)			UR (%)
	Máxima	Mínima	Média	
I (56-84)	22,0	19,8	20,8	89,9
II (85-113)	25,7	14,2	19,9	90,6
III (114-142)	25,4	13,1	19,2	90,4
IV (115-171)	25,7	15,6	20,7	90,8
Média	24,7	15,6	---	90,4

Parâmetros avaliados

A qualidade dos ovos foi determinada através das análises física e química da casca dos ovos. As análises físicas foram realizadas pelas medidas de peso específico, de peso da casca e de espessura de casca. As análises químicas foram avaliadas por meio da concentração de Ca e de cinzas na casca.

Para a avaliação do status nutricional do Ca nos ossos foram determinados neste tecido os teores de cinzas e o de Ca.

Peso Específico

O peso específico foi obtido através da coleta de todos os ovos íntegros de cada parcela no 23º, 24º e 25º dia de cada período. Foram preparadas dez soluções de NaCl, com densidades variando de 1,050 a 1,100 g/cm³, com gradiente de 0,005 entre elas, previamente determinada com auxílio de um densímetro da marca **INCOTERM-** OM-5565. Os ovos coletados por parcela em cada período foram então submetidos às soluções. Dos resultados obtidos nos três dias de análise, foi retirada uma média da densidade (g/cm³) dos ovos da parcela por período.

Peso e Espessura da Casca do Ovo

Nos três últimos dias de cada período de 28 dias, foram coletados aleatoriamente três ovos íntegros de cada parcela a cada dia. Os ovos foram identificados de acordo com o respectivo tratamento e repetição, e posteriormente foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,01g para a obtenção do peso dos ovos. O peso médio da casca de ovo de cada unidade experimental foi obtido após ter sido realizada a quebra dos ovos e reservado suas cascas.

A medida de espessura de casca, incluindo as membranas, foi obtida após as cascas serem secas e pesadas. Sua determinação foi realizada através da leitura de três pontos distintos na região equatorial, por meio de um paquímetro digital, da marca **DIGIMESS**, com precisão de 0,01 mm (0,01 –

25,00 mm). As três medidas obtidas em cada casca foram transformadas em um valor médio por parcela.

Determinação dos Teores de Cinzas e Cálcio na Casca dos Ovos

As cascas de ovos que foram utilizadas para avaliação da espessura, foram agrupadas durante o experimento, por tratamento, repetição e período, sendo secas em estufa à 105°C e posteriormente moídas, para análises dos teores de cinzas e de Ca das mesmas.

Determinação dos Teores de Cinzas e Cálcio nos Ossos

Ao término do experimento, foram abatidas três aves por unidade experimental, por meio de deslocamento cervical, para a retirada de tibia e de fêmur, direitos e esquerdos, para as análises químicas de cinzas e de Ca dos ossos. Foram utilizadas como padrão, as tibias 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 foram desengordurados em extrator tipo “Soxlet” e colocados em estufa a 55°C durante uma hora, sendo triturados logo após para as análises de Ca.

Para as análises de cinzas e de cálcio foi utilizada a metodologia descrita por Silva (1998).

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, da Universidade Federal de Viçosa (1999), onde foram feitos as análises de variância, com posterior uso das equações de análises das regressões linear polinomial e quadrática, além disso, aplicou-se o teste de média de Student Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade, para as variáveis que apresentaram baixo coeficiente de regressão, assim como para aquelas que apresentaram efeito de período significativo.

O modelo estatístico utilizado para todas variáveis, com exceção dos ossos foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + t'_k + tt'_{ik} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado relativo às aves que receberam o nível de cálcio i , na repetição j e no período experimental k ;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do nível de cálcio i , onde $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6 ;

t'_k = efeito do período experimental k , $k = 1, 2, 3$ e 4 ;

tt'_{ik} = efeito da interação dos níveis de cálcio com os períodos experimentais t' , e

ε_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Para os ossos não se levou em consideração o período experimental, sendo então utilizado o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ij} = valor observado relativo às aves que receberam o nível de cálcio i e na repetição j ;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do nível de cálcio i , onde $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6 ; e

ε_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

Resultados e Discussão

Pelas análises estatísticas pode-se constatar que não houve interação significativa dos níveis de Ca da dieta e do período experimental para nenhuma das características de qualidade dos ovos estudadas, demonstrando que os efeitos dos níveis de Ca e do período comportaram-se de maneira independente.

Peso Específico dos Ovos

Os valores referentes ao peso específico dos ovos, de acordo com os níveis de Ca na dieta e com os períodos experimentais, estão presentes na Tabela 13.

Tabela 13. Peso específico dos ovos, em g/cm³, em função dos níveis de cálcio da dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ²
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	1,0703	1,0738	1,0744	1,0761	1,0761	1,0768	1,0746 ^B
2° (85 -113)	1,0705	1,0735	1,0742	1,0755	1,0751	1,0761	1,0741 ^B
3° (114 -142)	1,0707	1,0732	1,0739	1,0747	1,0742	1,0752	1,0737 ^B
4° (143 -171)	1,0729	14,0746	1,0751	1,0769	1,0765	1,0765	1,0754 ^A
Média ¹	1,0711	1,0738	1,0744	1,0758	1,0755	1,0762	1,0745

CV³ = 0,1716%

1 Efeito quadrático (P<0,01), $\hat{Y} = 1,05887 + 0,0102773 x - 0,00154033 x^2$; R² = 0,95.

2 Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK (P< 0,01).

3 CV: coeficiente de variação.

Houve efeito quadrático (P<0,01) para o peso específico dos ovos, mostrando que melhor peso específico foi observado ao nível 3,34% de Ca na dieta de codornas japonesas (Figura 3).

Efeito linear foi encontrado por Luz (2002) ao trabalhar com codornas japonesas na fase de produção que receberam dietas com níveis de 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5% de Ca, indicando que o maior nível resultou em maior peso específico.

Pedroso et al. (1999) encontraram maior peso específico nos ovos obtidos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo 3,0 e 3,5% de Ca.

Entretanto, Shrivastav & Panda (1986) não verificaram efeito significativo para peso específico ao estudar dietas contendo 3,0; 3,4 e 3,75% de Ca para codornas japonesas.

Também não encontraram efeito significativo para densidade de ovos Kesharvarz & Nakajima (1993) estudando dietas com a variação de 3,5 a 5,5% de Ca para poedeiras comerciais no período de 36 a 52 semanas de idade.

Para os períodos experimentais estudados, verifica-se redução no peso específico dos ovos com avanço da idade das aves. No entanto, os resultados mostram não haver diferença significativa (P>0,05) entre os três primeiros períodos avaliados. Contudo revela-se melhoria significativa (P<0,01) para este parâmetro no último período avaliado. Esta diferença pode estar relacionada com a menor produção de ovos neste período, 11,3% inferior ao 3º período, resultando-se assim em melhoria de 0,16% no peso específico.

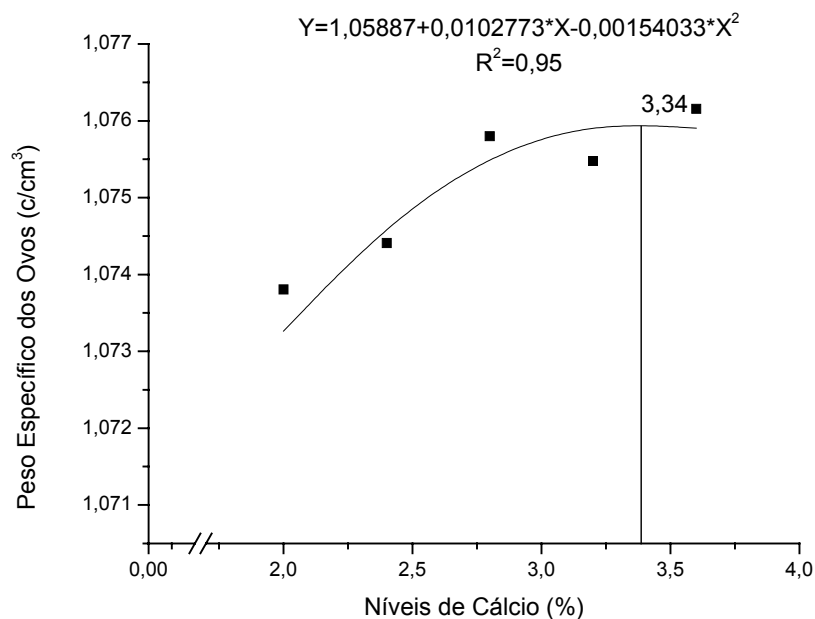


Figura 3. Regressão do peso específico dos ovos em função dos níveis de cálcio da dieta.

Peso de Casca dos Ovos

Os valores referentes ao peso de casca dos ovos, de acordo com os níveis de Ca na dieta e os períodos experimentais, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Peso de casca dos ovos, em gramas, em função dos níveis de cálcio da dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	0,8235	0,8841	0,8848	0,8996	0,9157	0,9094	0,8862 ^B
2° (85 -113)	0,8174	0,8745	0,8672	0,9082	0,9156	0,9286	0,8853 ^B
3° (114 -142)	0,8250	0,8817	0,8860	0,9221	0,9400	0,9282	0,8972 ^B
4° (143 -171)	0,8261	0,8857	0,8907	0,9527	0,9444	0,9356	0,9059 ^A
Média ²	0,8229	0,8815	0,8822	0,9207	0,92890	0,9255	0,8936
CV ³ = 4,701%							

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem-se pelo teste SNK (P < 0,05).

² Efeito quadrático (P < 0,05): $\hat{Y} = 0,576150 + 0,205930x + 0,0301466 x^2$; R²=0,94.

³ CV: coeficiente de variação.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para o peso médio de casca dos ovos, revelando que maior peso foi obtido para ovos de aves alimentadas com dieta contendo 3,42% de Ca, de acordo com a equação $\hat{Y} = 0,576150 + 0,205930x + 0,0301466 x^2$ ($R^2 = 0,94$), segundo consta na Figura 4.

Trabalhando com poedeiras comerciais leves e semipesadas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de Ca, Abdallah et al. (1993) observaram aumento linear para o peso da casca dos ovos de ambas linhagens, indicando redução do peso da casca para os ovos provenientes de poedeiras que receberam dieta contendo níveis deficientes de Ca.

Para os períodos experimentais observa-se aumento do peso da casca a partir do 3º período, apesar deste não diferenciar estatisticamente do 2º período, o que pode-se aferir quanto a isto é que provavelmente com a redução na produção de ovos, a massa de ovos e a estabilidade de peso dos ovos, houve aumento do peso da casca em função do avanço da idade das aves.

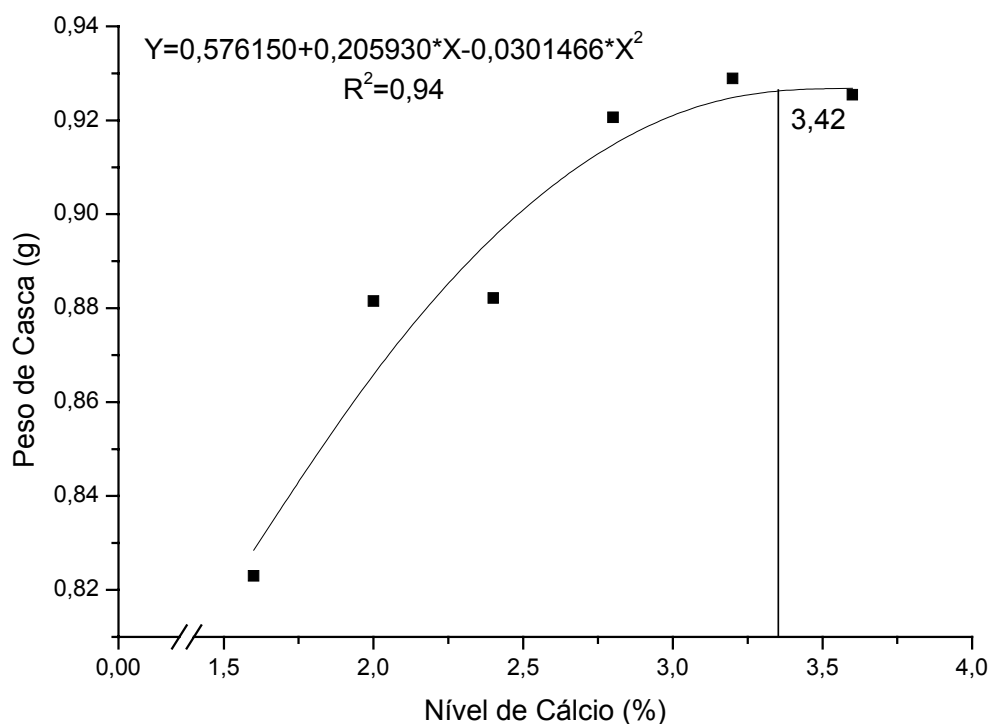


Figura 4. Regressão do peso de casca dos ovos (g) em função dos níveis de cálcio da dieta.

Espessura de Casca dos Ovos

Os resultados da qualidade da casca referentes à espessura de casca, de acordo com os níveis de Ca na dieta e os períodos experimentais, são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Espessuras de casca dos ovos, em milímetros, em função dos níveis de cálcio da dieta e dos períodos experimentais.

Períodos (dias)	Níveis de cálcio (%)						Média ¹
	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	
1° (56 - 84)	0,1853	0,1995	0,2067	0,2119	0,2125	0,2180	0,2057 ^A
2° (85 -113)	0,1879	0,1922	0,1931	0,1971	0,2115	0,2092	0,1985 ^B
3° (114 -142)	0,1896	0,1983	0,1989	0,2026	0,2086	0,2066	0,2008 ^B
4° (143 -171)	0,1833	0,1931	0,1925	0,1983	0,2045	0,2187	0,1984 ^B
Média ²	0,1866	0,1958	0,1978	0,2025	0,2093	0,2131	0,2008
CV ³ = 5,043%							

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste SNK (P < 0,05)

² Efeito linear (P < 0,01), $\hat{Y} = 0,16775 + 0,01273x$; R² = 0,99; R² = 0,99.

³ CV: coeficiente de variação.

Os resultados mostraram que a espessura de casca dos ovos, foi influenciada linearmente (P < 0,01) com o aumento dos níveis de Ca na dieta conforme a equação $\hat{Y} = 0,16775 + 0,01273x$; R² = 0,99 e (Figura 5). Para a indústria alimentícia que processa os ovos principalmente como conserva, o que agrega valor ao produto, os ovos com menor espessura de casca são mais viáveis devido maior facilidade e rapidez na retirada da casca.

No entanto, pode-se aceitar viável a espessura da casca dos ovos de codornas que receberam dieta contendo 3,2% de Ca, visto que a diferença foi pequena entre a espessura de casca destas quando comparadas aos ovos provenientes de codornas alimentadas com dieta contendo 3,6% de Ca.

Analisando o efeito de três fontes de Ca e três níveis (3,0; 3,4 e 3,75%) de Ca para codornas japonesas, Shrivastav & Panda (1986) encontraram efeito quadrático com o aumento dos níveis de Ca na dieta, e determinaram ser a exigência nutricional 3,0% de Ca na dieta, para a espessura de casca. No entanto, Pedroso et al. (1999) 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.

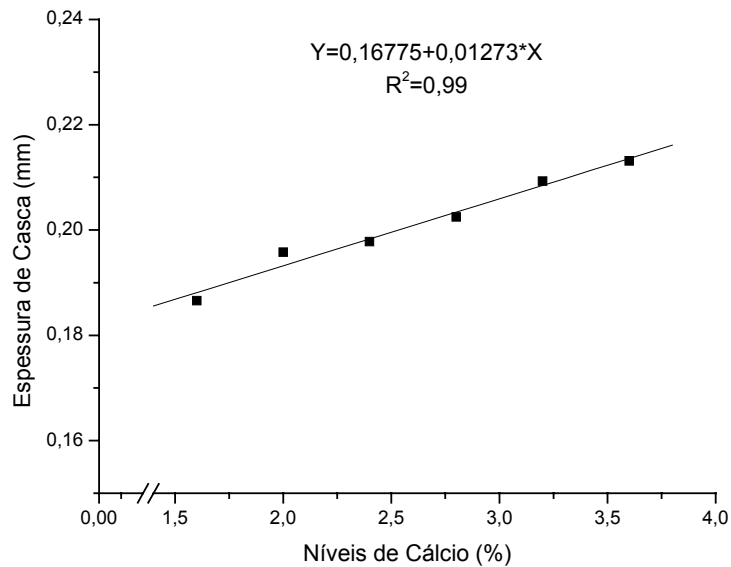


Figura 5. Regressão da espessura de casca dos ovos de codornas em função dos níveis de cálcio da dieta.

Teores de Cinzas e Cálcio na Casca dos ovos

Os resultados dos teores cinzas e de Ca na casca dos ovos revelam que os níveis de Ca na dieta não influenciaram na qualidade de 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 que foram fornecidos para as aves ao longo do período experimental.

Este resultado discorda do encontrado por Abdallah et al. (1993) que trabalhando com poedeiras alimentadas com diferentes níveis de Ca (1,7; 2,2 e 3,9%) encontraram maior deposição de Ca na casca dos ovos com aumento dos níveis dietéticos de Ca.

Status Nutricional de Cinzas e de Cálcio no Tecido Ósseo

Os resultados referentes às concentrações de cinzas e de Ca nos ossos de codornas japonesas aos 171 dias de idade podem ser observados na Tabela 16.

Tabela 16. Concentração de cinzas e de cálcio nos ossos, em percentagens e gramas, em função dos níveis de cálcio na dieta.

Níveis de cálcio (%)	Concentrações nos ossos			
	Cinzas (%)	Cinzas (g)	Cálcio (%)	Cálcio (g)
1,6	53,30	0,1935	23,25	0,0836
2,0	55,43	0,2158	21,78	0,0844
2,4	54,72	0,2147	19,85	0,0771
2,8	55,02	0,2168	20,13	0,0788
3,2	52,97	0,2161	20,49	0,0829
3,6	52,31	0,2148	17,00	0,0696
Média	53,96	0,2119	20,42	0,0794
Efeito	Q*	NS	L*	L**
CV ₁ (%)	3,711	10,721	14,429	11,418

Q – Efeito quadrático; L – efeito linear; NS efeito não-significativo; * (P<0,05) pelo teste F ; ** R²=0,48
CV1: coeficiente de variação.

Com exceção do teor de cinza no osso (em gramas), as concentrações de cinzas e Ca nos ossos foram influenciadas pelos níveis de Ca estudados (P<0,05).

Houve efeito quadrático (P<0,05) para o teor de cinzas nos ossos em percentagem, mostrando que maior teor de cinzas ósseas foi obtido com o nível de 3,0% de Ca na dieta, demonstrado na equação $\hat{Y} = 51,9366 + 2,07424x - 0,345393x^2$; R²=0,81 e (Figura 6).

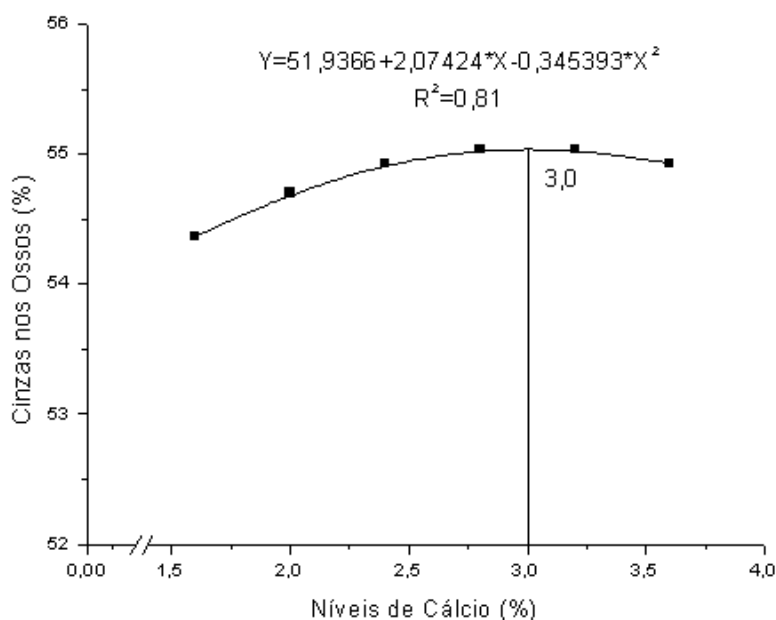


Figura 6. Regressão do teor de cinzas nos ossos das codornas em função dos níveis de cálcio da dieta.

Para percentagem de Ca nos ossos verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de Ca na dieta. Houve redução na percentagem de Ca nos ossos, de acordo com a equação $\hat{Y} = 23,9020 - 0,996034 x$; $R^2 = 0,79$ e (Figura 7).

Para a concentração de Ca em gramas nos ossos, os resultados mostram que as codornas alimentadas com as dietas que continham menor nível de Ca, foram as que apresentaram maior retenção de Ca nos ossos.

Luz (2002) não encontrou efeito significativo para percentagem de cinzas nos ossos, avaliando níveis de Ca de 2,0 a 3,5% na dieta para três diferentes granulometrias de calcário na dieta, concordando com Garcia et al. (1999) que também não verificaram efeito significativo para percentagem de cinzas nos ossos quando estudaram os níveis de 2,5 a 4,0% de Ca dietético, ambos trabalhando com codornas japonesas em fase de produção.

Estudando poedeiras comerciais durante o pico de postura com o fornecimento de dietas contendo 2,75; 3,75 e 4,25% de Ca, Frost & Roland (1991) determinaram que o aumento de Ca na dieta elevou linearmente a porcentagem de cinzas no osso.

Para percentagem de Ca nos ossos, Garcia et al. (1999) não encontraram efeito significativo com o aumento dos níveis de Ca na dieta de codornas japonesas, resultado este semelhante ao encontrado por Abdallah et al. (1993) ao avaliarem dietas contendo 1,7; 2,2 e 3,9% de Ca, para poedeiras leves e semipesadas na fase de produção.

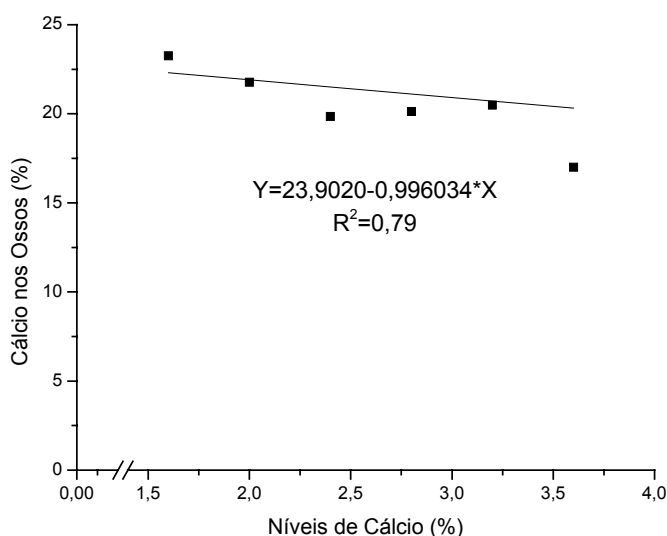


Figura 7. Regressão do teor de cálcio nos ossos das codornas em função dos níveis de cálcio da dieta.

Conclusões

Para a melhora na qualidade da casca dos ovos e no tecido ósseo, sugere-se os valores de 3,0; 3,34 e 3,42% de cálcio como sendo a exigência para codornas japonesas durante o pico de postura para as características de percentagem de cinzas no osso, para o peso específico e para o peso de casca, correspondendo ao consumo diário de 797, 903 e 924 mg de Ca / ave/ dia respectivamente.

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.

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. Codornas **Criação de Codornas Para Produção de Ovos e Carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.

BRESSAN, M. C.; ROSA, F. C. Processamento e industrialização de ovos de codornas. In: 1ª SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – Novos conceitos aplicados à produção de codornas., Minas Gerais. 2002. **Anais...** Lavras, 2002, p. 68- 69.

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.

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.

INSTITUTO nacional de la recherché agronomique. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª 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.

MURAKAMI, A. E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In:REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXXIX, Recife. 2002. **Anais ...** Recife: SBZ, 2002, p. 293- 295.

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**, v.15, n.2, p. 135-139, 1999.

PINTO, R. **Exigências nutricionais de metionina + cistina e lisina para codornas japonesas na fase de recria e postura**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 90p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

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, 1999. 59p.

Conclusão Geral

A exigência de Ca estimada para codornas japonesas na fase de pico de produção, variou de 3,0 a 3,42% de Ca na dieta de acordo com os parâmetros avaliados que foram o desempenho produtivo, a percentagem de cinzas no osso, o peso específico e o peso de casca. Sendo então recomendado o nível de 3,2% de Ca na dieta, correspondendo ao consumo diário de 882 mg de cálcio / ave /dia, nível que melhor se ajusta para obtenção de ótima produtividade.

APÉNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para produção de ovos ave/dia (POAD), ave/alojada (POAA) e ovos comerciais (POCM) e consumo de ração (CR) para codornas japonesas em postura (Capítulo 1)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		POAD (%)	POAA (%)	POCM (%)	CR (g)
Níveis de Ca (N)	5	385,64797*	504,9313*	8,293276 ns	13,21391 ns
Período (P)	3	1049,158*	3417,641	22,53712	78,34132
N x P	15	53,5991	48,22066	5,453792	5,178997
Resíduo	120	127,4309	205,5467	4,077998	3,304919
C.V. %		13,294	19,637	2,061	6,920

ns - Não-significativo pelo teste F (P>0,05).

* Significativo pelo teste F (P<0,05).

Tabela 2A - Resumo das análises de variância e coeficiente de variação (CV) para peso do ovo (PO), massa de ovo (MO), conversão alimentar por massa de ovo (CAMO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADO) e ganho de peso (GP) para codornas japonesas em postura (Capítulo 1)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		PO (g)	MO (g)	CAMO (g/g)	CADO (g/dz)	GP (g)
Níveis de Ca (N)	5	0,2550787*	5,20496 *	0,1868168 *	2688,255 ns	1628,475 *
Período (P)	3	3,699519	11,18171	2,820350	41021,08	-----
N x P	15	0,0444736	0,7712862	0,04536398	837,8757	-----
Resíduo	120	0,1116416	1,665317	0,1298148	2264,077	401,8021
CV %		3,026	13,767	12,623	12,598	31,265

ns - Não-significativo pelo teste F (P>0,05).

* Significativo pelo teste F (P<0,05).

Tabela 3A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para peso específico do ovo (PE), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), teor de cinzas na casca (CZC) e teor de cálcio na casca (CAC) para codornas japonesas em postura (Capítulo 2)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		PE (g/cm ³)	PC (g)	EC (mm)	CZC (%)	CAC (g)
Níveis de Ca (N)	5	0,83874e ⁻⁴ **	0,38657e ⁻⁴	0,22301e ⁻² **	4,36552 ns	0,38879 e ⁻⁴ ns
Período (P)	3	0,20810e ⁻⁴	0,35144e ⁻⁴	041400 e ⁻³	146,324	0,11127e ⁻³
N x P	15	0,13729e ⁻⁵	0,58243e ⁻⁴	0,10916 e ³	3,61286	0,42813e ⁻⁴
Resíduo	120	0,34021e ⁻⁵	0,17767e ⁻⁴	0,10261 e ⁻³	4,04844	0,24901e ⁻⁴
CV %		0,17165	4,716	5,043	2,435	6,125

ns - Não-significativo pelo teste F (P>0,05).

** Significativo pelo teste F (P<0,01).

Tabela 4A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para cinzas nos ossos (CZO) e cálcio nos ossos (CAO) para codornas japonesas em postura (Capítulo 2)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CZO (%)	CZO (g)	CAO (%)	CAO (g)
Níveis (N)	5	9,617983*	0,495476e ⁻³ ns	26,37494 *	0,186942e ⁻³ *
Resíduo	30	4,00992	0,516263e ⁻³	8,678789	0,822014e ⁻⁴
CV %		3,711	10,721	14,429	11,418

ns - Não-significativo pelo teste F (P>0,05).

* Significativo pelo teste F (P<0,05).