

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO NA DIETA DE CODORNAS
JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM DIFERENTES FASES DO
CICLO DE PRODUÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE DESEMPENHO
PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS

ANDERSON DE PONTES SILVA

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como
parte das exigências para obtenção do
título de mestre.

BOTUCATU - SP
JANEIRO – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO NA DIETA DE CODORNAS
JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM DIFERENTES FASES DO
CICLO DE PRODUÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE DESEMPENHO
PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS

ANDERSON DE PONTES SILVA

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDIVALDO ANTONIO GARCIA

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como
parte das exigências para obtenção do
título de mestre.

BOTUCATU - SP
JANEIRO - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
- SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Silva, Anderson de Pontes, 1979-
S586n Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japone-sas (*Coturnix coturnix japonica*) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos / Anderson de Pontes Silva. - Botucatu : [s.n.], 2011
viii, 47 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
2011

Orientador: Edivaldo Antonio Garcia
Inclui bibliografia.

1. Codornas japonesas. 2. Coturnicultura. 3. Minerais. 4. Postura de ovos. 5. Avicultura. I. Garcia, Edivaldo Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

*"O que você passou anos construindo,
alguém pode destruir da noite para o dia.*

Construa assim mesmo."

(Madre Teresa de Calcutá)

*"Sucesso não é a chave para a felicidade;
felicidade é a chave para o sucesso.
Se você ama o que faz, você será bem sucedido."*

(Albert Schweitzer)

OFEREÇO

A DEUS, aquele que me deu a vida e todas as alegrias que ela me proporciona a cada dia, ofereço a ti Senhor que me fez digno e merecedor desta conquista

DEDICO

Aos meus pais ZÉLIA e AMADEU "in memoriam", pelo amor e apoio incondicional e pela oportunidade que me deram, sei que mesmo diante de algumas dificuldades, investiram confiantes no meu estudo e compartilharam cada etapa deste sonho comigo. Sem vocês, este trabalho não seria possível.

A minha namorada JESSICA, uma companheira muito especial, que me acompanhou desde o início com muita paciência e dedicação, me incentivando e me ajudando a superar cada obstáculo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Em especial, gostaria de agradecer ao meu amigo e orientador Prof. Dr. EDIVALDO ANTONIO GARCIA, uma pessoa que se dispôs a me auxiliar nesta etapa tão importante, posso dizer com toda certeza que ele foi mais que um orientador, sempre otimista ele me fez acreditar em cada parágrafo deste trabalho e na minha capacidade de vencer, o que me deixa muito feliz e completamente grato.

AÇRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP/Botucatu pelo acolhimento.

Aos professores dos Departamentos de Produção Animal e Melhoramento e Nutrição Animal, pela ajuda oferecida.

Aos Professores Doutores Raphael Lucio Andreatti Filho e José Roberto Sartori, pela participação na banca de qualificação e pelas sugestões e correções.

Aos Profs. Heraldo César Gonçalves e Alcides de Amorim Ramos por toda amizade e auxílio na condução das análises estatísticas.

Aos professores da Pós-Graduação da FMVZ pela orientação, amizade e valiosos ensinamentos ao longo do curso.

Aos funcionários Paulinho, Renato, Gilson, Carlinhos e Marcão que foram muito importantes para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia Renato Monteiro e Gisele Setznagl pelo auxílio e amizade.

Aos funcionários da Fábrica de Rações Carlos Godoy, Sérgio e Denilson, pelo auxílio, ajuda e atenção durante a confecção das rações experimentais.

Aos funcionários da Supervisão das Fazendas de Ensino e Pesquisa e Produção da FMVZ/UNESP/Botucatu: Celso, Rodrigo, Paulinho, Danilo, Barbosa, José

Ramos, Franco, Edivaldo, Magali, Valdice e todos os outros pela amizade e auxílio durante todos esses anos de convivência.

Aos funcionários da Pós-Graduação da Zootecnia, Seila e Carlos pelo auxílio, amizade e atenção. Também à secretária do Departamento de Produção Animal, Solange.

Aos estagiários do setor de Avicultura Capuxeta, Willian, Mariana, Almôndega, Infadada, Peterson, Paty, Manjabinka, Bokaberta, Enxadao, Agarra, Cri-cri, Bucha pelo auxílio, amizade e momentos de descontração.

A todos os meus familiares e amigas queridas, que sempre torceram por mim e participaram dos melhores momentos da minha vida.

Aos amigos Cleusa, Ana Cláudia e Ricardo, pelas experiências transmitidas, por todos os momentos de trabalho e descontração ao longo da graduação. Aprendi muito com vocês.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em especial a equipe que me ajudou e me orgulho de tê-los como amigos: Ana Beatriz, Andrea, Daniella, Elisane, Francine, Graciane, Javer e Kleber que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada e me ensinaram muito, cada um com sua característica, mas sempre presentes. Graças a vocês, pude alcançar mais esse objetivo.

Aos amigos de todas as épocas, impossível de listar todos, mas inesquecíveis e vitais.

MUITO OBRIGADO !

SUMARIO

| | Página |
|---|---------------|
| CAPÍTULO 1..... | 1 |
| Considerações Iniciais..... | 1 |
| Introdução..... | 2 |
| A Coturnicultura..... | 3 |
| Breve Histórico e Evolução..... | 3 |
| O Fator nutricional..... | 4 |
| Cálcio..... | 5 |
| Fósforo..... | 7 |
| Interação Cálcio e Fósforo..... | 8 |
| Cálcio e Fósforo para codornas em produção..... | 9 |
| Referências Bibliográficas..... | 12 |
| CAPITULO 2..... | 18 |
| Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (coturnix coturnix japônica) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre desempenho produtivo e qualidade dos ovos..... | 18 |
| Resumo..... | 19 |
| Abstract..... | 20 |
| Introdução..... | 21 |
| Material e Métodos..... | 23 |
| Resultados e Discussão..... | 28 |
| Conclusões..... | 39 |
| Referências Bibliográficas..... | 40 |

| | Página |
|------------------------|---------------|
| CAPÍTULO 3..... | 46 |
| Implicações..... | 46 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | Página |
|--|---------------|
| Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais..... | 24 |
| Tabela 2. Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (P) em cada período estudado..... | 29 |
| Tabela 3. Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (P) em cada período estudado..... | 34 |
| Tabela 4. Concentrações plasmáticas de cálcio e fósforo de codornas japonesas suplementadas com níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (P), na dieta..... | 38 |

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

A codorna possui grande popularidade devido ao seu rápido crescimento, maturidade precoce, alta taxa de postura e baixo consumo de ração. A aceitação de seus produtos, pelos consumidores, está aumentando cada vez mais. Devido a estas características e ao baixo investimento, além do rápido retorno do capital investido, a sua produção é crescente em todo o país.

Mesmo com uma produção crescente, as informações sobre manejo, nutrição e sanidade ainda são escassas na literatura, principalmente se compararmos à grande variedade de dados encontrados para frangos de corte e poedeiras comerciais.

Para otimizar a exploração racional de codornas, torna-se necessária, cada vez mais, a realização de pesquisas, visando à obtenção de informações adequadas. Dentro desse contexto, a formulação de dietas capazes de fornecer, com segurança e economia, os nutrientes necessários para as aves, torna-se de extrema importância, sendo tal fator dependente do conhecimento dos requerimentos nutricionais adequados e das concentrações de nutrientes presentes nos ingredientes utilizados nas rações.

Além disso, as atuais formulações de rações para codornas baseiam-se em dados estrangeiros, pouco condizentes com as condições brasileiras, podendo comprometer os dados de produtividade, e pior ainda, causando prejuízos econômicos com a utilização de níveis, às vezes, excessivos de alguns nutrientes.

Durante os últimos anos, as pesquisas nutricionais direcionaram-se para a determinação de níveis adequados de utilização de energia metabolizável, proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais. Dentre os minerais mais importantes estudados encontram-se o cálcio e o fósforo. Para codornas, estes minerais geralmente são avaliados durante o pico de postura, sendo poucos os trabalhos observados na literatura, referentes ao ciclo completo de produção.

A COTURNICULTURA

BREVE HISTÓRICO E EVOLUÇÃO

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 60, visando principalmente a produção e comercialização de ovos “in natura” da ave *Coturnix coturnix japonica*. OLIVEIRA (2001) relatou que o interesse por esta espécie surgiu por volta dos anos 70, tendo sido grandemente divulgada através da canção popular que exaltava as vantagens afrodisíacas dos seus ovos, em função do vigor sexual do macho. Apesar do folclore envolvido, isso serviu de grande impulso para propagação da espécie.

Entre as diversas atividades do setor avícola, a coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro como excelente atividade produtiva, por requerer baixos custos com investimento inicial e mão de obra, utilizando pequenas áreas e proporcionando rápido retorno de capital.

Segundo FUGIKURA (2002), na década de 90, houve grande crescimento na produção de ovos devido às mudanças nas características dos mercados atacadistas e varejistas, onde, os ovos primordialmente comercializados “in natura” passaram também a ser processados em indústrias beneficiadoras, originando os chamados ovos descascados ou em conservas, estendendo assim o consumo para churrascarias, restaurantes, bares e lanchonetes.

Segundo dados registrados pelo IBGE (2009), durante os anos de 2006 a 2007 observou-se aumento na produção de ovos de 25,8%, sendo que a mesma saltou de 123,706 para 131,045 milhões de dúzias de ovos. Em 2008, foram produzidas 157,781 milhões de dúzias com aumento de 20,4% relativo ao ano de 2007.

Dados registrados por OLIVEIRA (2007) permitem observar que houve aumento na produção de ovos de codornas sem grandes variações no tamanho do rebanho. O aumento da produtividade pode ser atribuído ao uso de tecnologias na atividade, ao aproveitamento da infra-estrutura e à experiência da avicultura de postura na produção e comercialização. Atualmente, a região sudeste destaca-se como maior produtora nacional de ovos de galinha, além de apresentar grande crescimento na

produção de ovos de codornas. São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais destacam-se como maiores estados produtores de ovos de codorna (IBGE, 2009).

Os principais fatores que têm contribuído para esse aumento em escala da produção e do plantel de codornas são: o rápido crescimento, a maturidade sexual precoce (40 a 45 dias), a alta taxa de postura (em média 300 ovos/ave/ano), a elevada densidade de criação (90 a 106 aves/m²), o baixo investimento e o rápido retorno do capital investido (ALBINO e BARRETO, 2003).

O FATOR NUTRICIONAL

Apesar dos fatores já citados, que contribuem eficientemente para que a coturnicultura se estabeleça definitivamente no país, a atividade enfrenta ainda muitos desafios. Entre estes, pode-se destacar a pequena disponibilidade, na literatura nacional, de informações nutricionais sobre estas aves, principalmente se compararmos à grande variedade de dados encontrados para frangos de corte e poedeiras comerciais.

Levando-se em consideração o exposto, pesquisas que visem determinar níveis nutricionais adequados para codornas japonesas tornam-se necessárias.

Dentro deste contexto, outro aspecto a ser considerado é a formulação de rações, que utiliza comumente tabelas de exigências nutricionais confeccionadas em outros países, pouco condizentes com as condições brasileiras, comprometendo às vezes, dados de produtividade (MURAKAMI e FURLAN, 2002).

Além disso, o NRC (1994) apresenta as exigências nutricionais de codornas japonesas sem precisar o término do período de crescimento, ao passo que o AEC (1987) divide a fase inicial de criação em dois períodos: de 0 a 3 e 4 a 7 semanas de idade e ambas as tabelas, apresentam apenas um quadro de exigências nutricionais para toda a fase de produção.

Como essas aves apresentam alterações naturais em seu metabolismo durante todo o ciclo produtivo, principalmente devido ao desgaste natural do organismo, o que pode ocasionar diferenças no aproveitamento de nutrientes, torna-se de fundamental importância, determinar os melhores níveis nutricionais para cada fase do ciclo de produção, como ocorre com as galinhas poedeiras.

Dentro dos estudos nutricionais, os minerais recebem grande destaque, pois são indispensáveis na vida dos animais.

Todos os organismos vivos apresentam quantidades variáveis de minerais, que são necessários para manter seu metabolismo fisiológico. Por isso, os minerais são de grande importância para o desenvolvimento das espécies. De acordo com MAIORKA e MACARI (2002), constantemente tem se buscado a quantidade e a forma ideal de suplementação mineral na dieta das aves, uma vez que sua deficiência pode causar grandes prejuízos para o organismo animal.

Segundo os mesmos autores, os minerais podem atuar como componentes estruturais de órgãos e tecidos do corpo, como constituintes de fluídos, na forma de eletrólitos e como catalizadores de processos enzimáticos e hormonais. Em termos nutricionais, os minerais que são requeridos em grandes quantidades pelo organismo são classificados como macrominerais (cálcio e fósforo), sendo estes o foco do presente estudo.

CÁLCIO

O cálcio é requerido pelas aves para um adequado crescimento, utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativação de sistemas enzimáticos e envolvimento com a secreção de diferentes hormônios (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; SÁ et al., 2004).

O milho e o farelo de soja, que são os componentes básicos da alimentação das aves, possuem baixos teores de cálcio. Assim, a suplementação de cálcio é quase sempre necessária, sendo feita, comumente, com o uso de calcário calcítico, uma fonte rica em cálcio e abundante na natureza.

A concentração de cálcio no sangue e nos tecidos deve ser mantida constante. Para tanto, sabe-se que ocorre um intercâmbio contínuo entre os níveis de cálcio sanguíneo e dos ossos, e de acordo com o exposto, o cálcio dietético absorvido seria responsável pelo aumento na concentração desse íon na corrente sanguínea se não fosse a rápida deposição desse mineral no tecido ósseo (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

Segundo BERNE e LEVY (1998), o cálcio é ativamente absorvido em todos os segmentos do intestino, principalmente duodeno e jejuno e a velocidade de sua absorção é maior do que qualquer outro íon, exceto o sódio.

Assim como para a maioria dos nutrientes, quanto maior a necessidade de cálcio, maior é a sua absorção, lembrando que isto ocorre até determinado nível de ingestão. Essa absorção é facilitada pelo baixo pH, pois este é necessário para solubilidade deste elemento químico (HAYS e SWENSON, 1996).

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

O cálcio é o mineral metabolicamente mais ativo, por isso quando a ingestão é excessiva, a calcitonina aumenta a eliminação de cálcio pelos rins, estimulando a deposição nos ossos e reduzindo a absorção intestinal (SIMÕES, 2009).

Quando a ingestão de cálcio é adequada, as necessidades podem ser supridas através do aumento na absorção intestinal. Porém, havendo ingestão inadequada, este aumento não é suficiente para garantir o suplemento de cálcio (SILVA et al., 2005), estimulando assim as glândulas paratireóides a secretarem o hormônio paratormônio (PTH), que atua aumentando a absorção de cálcio do filtrado glomerular e diminuindo a absorção de fosfato (CHAMPE e HARVEY, 1996), além de mobilizar o cálcio dos ossos. Durante a mobilização do cálcio ósseo, o fosfato é liberado conjuntamente com o cálcio (cristais de hidroxiapatita). Assim, o PTH aumenta a dissolução da matriz mineral óssea, reduzindo a absorção glomerular destes íons fosfatos, prevenindo o aumento na concentração de PO_4^{3-} do plasma (GRANNER et al, 1998). A secreção do paratormônio é regulada em resposta a flutuações na concentração de cálcio sanguíneo (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; PIZAURO Jr., 2002).

Essas variações da concentração plasmática de cálcio estimulam as células C da glândula tireóide em mamíferos e as glândulas ultimobranquiais em aves (HAYS e SWENSON, 1996) a secretarem calcitonina, que tem como função reduzir a

concentração de cálcio, diminuindo a reabsorção óssea e aumentando a perda de íons cálcio e fosfato na urina (CHAMPE e HARVEY, 1996).

A excreção de cálcio e de fósforo ocorre por dois processos. O primeiro está relacionado ao material que não foi absorvido. O segundo é por via urinária, onde há controle hormonal na excreção renal. O PTH atua nos rins promovendo a conversão da forma inativa da vitamina D na forma ativa (1,25-(OH)2D). Por sua vez, a forma ativa da vitamina D estimula a mobilização óssea de cálcio e também aumenta a absorção intestinal deste mineral (McDOWELL, 1992). Isto reduz, de forma direta, a excreção de cálcio via urina e, indiretamente (ação da vitamina D) via fezes, aumenta a excreção de fósforo, devido à sua ação sobre os ossos, liberando íons PO_4^{-2} na circulação.

FÓSFORO

Assim como o cálcio, o fósforo participa de inúmeras funções no organismo. Está envolvido em várias reações metabólicas, sendo responsável, juntamente com o cálcio, pela formação e manutenção dos ossos. É também essencial para utilização e transferência de energia (na forma de ATP), sendo integrante dos ácidos nucleicos, que em associação com os lipídeos, forma os fosfolipídios. Estes compostos são os principais componentes da membrana plasmática e participam como componentes ativadores e constituintes de complexos co-enzimáticos, como o NAD e o NADP. Formam ainda o sistema tampão fosfato, visando à manutenção do equilíbrio ácido-básico e osmótico do organismo (McDOWELL, 1992; RUNHO et al., 2001; TREVIZAN, 2003).

Como citado anteriormente, o fósforo está envolvido em quase todas, se não em todas as reações metabólicas (McDOWELL, 1992), podendo ser considerado desta forma, como um dos elementos químicos mais versáteis no corpo animal. Em aves, a concentração sanguínea de fósforo é de 35 a 45 mg/100 ml, sendo que aproximadamente 10% deste, está na forma de fosfato inorgânico (SCOTT et al., 1982).

A distribuição do fósforo corporal é caracterizada por cerca de 80% nos ossos, como hidroxiapatitas, e os 20% restantes, localizados nas células, membranas celulares e fluídos corporais (BREVES e SCHRÖDER, 1991).

O fósforo é absorvido no intestino delgado por transporte ativo, com gasto de energia, sendo esta absorção dependente de sódio e estimulada pela presença de vitamina D. A quantidade absorvida de fósforo dependerá da fonte fornecida, da relação cálcio:fósforo, pH intestinal, vitamina D, magnésio, ferro, alumínio, entre outros fatores (MAIORKA e MACARI, 2002). No sangue, o fósforo é rapidamente direcionado para formação dos ossos de animais em crescimento e os níveis plasmáticos são mantidos através da mineralização e desmineralização do tecido ósseo. Quando em excesso, é eliminado através dos rins. Todo esse mecanismo é regulado pela ação do hormônio PTH, da calcitonina e de estrógenos que atuam nos rins, ossos e intestino (MURRAY et al., 1994).

INTERAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO

O cálcio e o fósforo interagem durante a absorção, o metabolismo e a excreção (SCOTT et al., 1982). De acordo com FURTADO (1991), a absorção adequada de fósforo só ocorre se a concentração de cálcio na dieta for ideal. A deficiência de cálcio limita o aproveitamento do fósforo absorvido e o excesso tende a reagir com o fósforo, formando compostos insolúveis na luz intestinal, ou seja, o desequilíbrio entre estes minerais afeta a relação e interfere no processo de absorção de ambos os componentes.

Quando o cálcio é excessivo, pode haver interferência na digestibilidade de outros minerais, como fósforo, magnésio, manganês e zinco, causando deficiência secundária. Consumos altos de cálcio podem alterar a utilização de fósforo, devido a alteração da relação Ca:P (ANDERSON et al., 1995). Entretanto, altos níveis de fósforo também podem causar deficiência de cálcio.

O cálcio e o fósforo devem estar disponíveis na dieta em quantidades e proporções adequadas para atender às necessidades dos animais, considerando a idade, a raça, a categoria ou a situação fisiológica e o sistema de produção adotado (GOMES et al., 2004).

Dietas com nível elevado de cálcio têm sido associadas a desordens renais (WIDEMAN et al., 1985). No entanto, mesmo utilizando-se níveis normais de cálcio na dieta, ou seja, dentro das recomendações nutricionais do respectivo mineral, a presença de um baixo nível de fósforo dietético, pode resultar em condições similares de excesso

do cálcio urinário, o qual pode predispor os rins à anormalidades (KESHAVARZ, 1987).

CÁLCIO E FÓSFORO PARA CODORNAS EM PRODUÇÃO

O cálcio e o fósforo são os principais minerais utilizados no desenvolvimento das aves, associados principalmente ao metabolismo, particularmente na formação óssea, sendo que aproximadamente 98 a 99% do cálcio total do organismo e 80 a 85% do fósforo estão presentes nos ossos (CABRAL, 1999).

A utilização do cálcio pelo organismo depende principalmente da idade e da espécie animal. Nas aves em crescimento, o cálcio é utilizado na formação óssea, enquanto que nas aves em postura, ele é utilizado, prioritariamente, para formação da casca do ovo. Assim, o cálcio é elemento fundamental para manutenção da produção de ovos (SCHERER et al., 2004).

As aves, geralmente, têm a capacidade de regular o consumo de cálcio para atender sua exigência (SILVA, 1990). Logo, em rações com altos níveis de cálcio, há uma redução no consumo (TAHER et al., 1984), o que poderia afetar o desempenho.

As codornas são aves altamente tolerantes às variações de cálcio e fósforo nas dietas, tendo condições de excretar o excesso dos minerais (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2004).

De acordo com ETCHESS (1996), estudos relacionados ao processo de formação do ovo demonstraram que há variação nas exigências e eficiências de absorção de cálcio pelas aves nos diferentes estágios do processo. Os baixos níveis de cálcio podem interromper a produção de ovos pela suspensão da liberação das gonadotropinas (MORRIS e NALBANDOV, 1961). Já, o balanço positivo do cálcio pode ser benéfico para manter a qualidade futura da casca do ovo, pois durante a produção do ovo, o fator principal que mantém a qualidade da casca parece ser a manutenção de um balanço positivo do cálcio (GILBERT et al., 1981).

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

Em revisão sobre exigências nutricionais para codornas, SHIRIVASTAV e PANDA (1999) sugeriram os níveis de 3,0% de cálcio e 0,45% de fósforo para aves com mais de seis semanas de idade.

Níveis de cálcio e fósforo foram também estudados por PEDROSO et al. (1999), que avaliaram dietas contendo níveis de cálcio de 2,5; 3,0; e 3,5% e níveis de fósforo de 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% para codornas em fase de produção, a partir dos 42 dias de idade. Os autores não encontraram efeitos dos tratamentos para consumo de ração, porcentagem de postura, peso dos ovos, conversão alimentar por dúzia de ovos e por quilograma de ovos, porcentagem de casca e espessura de casca. Foi observada interação entre níveis de cálcio e fósforo para gravidade específica dos ovos, onde o nível de 2,5% de cálcio associado a 0,45% de fósforo proporcionou melhor resultado, sendo que o nível de 3,5% de cálcio satisfaz as exigências das aves em combinação com todos os níveis de fósforo. Os autores recomendam níveis de 0,45% de fósforo e de 3,5% de cálcio para obtenção de melhoria na gravidade específica dos ovos.

GARCIA et al. (2000) avaliaram o desempenho de codornas japonesas alimentadas com 0,27; 0,32; 0,37; 0,42% de fósforo e 3,0; 3,5 e 4,0% de cálcio. A porcentagem de postura foi maximizada com níveis de 0,36% de fósforo e 3,06% de cálcio. O aumento nos níveis de cálcio diminuiu linearmente o consumo de ração e o peso dos ovos e, aumentou a porcentagem de casca nos ovos. A elevação no nível de fósforo promoveu melhora linear na conversão alimentar por dúzia de ovos e efeitos quadráticos no consumo de ração, conversão alimentar por quilograma de ovos e na porcentagem de casca, obtendo maximização nesses parâmetros, respectivamente, com 0,35; 0,36 e 0,37% de fósforo.

Avaliando os efeitos de níveis de cálcio sobre desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas, MASUKAWA et al. (1996) forneceram às aves dietas contendo 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5% de cálcio e não encontraram efeitos destes níveis sobre a porcentagem de postura, consumo de ração, conversão alimentar por quilo e por dúzia de ovos, peso dos ovos, porcentagem de casca e espessura de casca.

Para codornas em reprodução, TIKK et al. (1994) demonstraram que o nível de 4,1% de cálcio na ração aumentou a produção de ovos, a intensidade de postura e as variáveis referentes à qualidade da casca dos ovos, porém não afetou o peso dos ovos, a viabilidade das codornas e a fertilidade dos ovos.

RAJU et al. (1992) realizaram um experimento utilizando quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três níveis de fósforo (0,35; 0,50 e 0,65%) para codornas japonesas em postura. A produção de ovos, o peso corporal, o peso do ovo e a espessura da casca foram afetados pelos níveis de cálcio. O peso do ovo apresentou uma redução com a inclusão de 0,65% de fósforo. A concentração de cálcio no soro e a percentagem de cinzas nos ossos não foram influenciadas pelos níveis de cálcio da dieta, porém a concentração de cálcio no soro declinou com o aumento do nível de fósforo na dieta.

Utilizando codornas com 10 semanas de idade, SHIRIVASTAV et al. (1989) avaliaram dietas com quatro níveis de cálcio (2,0; 2,4; 2,8 e 3,2%) e dois de fósforo total (0,70 e 0,85%) e concluíram que o peso do ovo, a produção de ovos e a qualidade da casca melhoraram com o nível de 2,8% de cálcio e 0,70 % de fósforo total. As cinzas nos ossos e o fósforo no soro não foram influenciados pelos níveis de cálcio e fósforo da dieta, sugerindo, portanto, que as exigências de codornas em postura são de 2,8% de cálcio e 0,7% de fósforo total.

A falta de uma padronização de fases no ciclo total de produção tem dificultado a interpretação dos resultados dos trabalhos de pesquisa (GARCIA e PIZZOLANTE, 2004).

Diante do exposto, surge a proposta do estudo, que avaliou a utilização de níveis de cálcio e fósforo em rações para codornas japonesas em diferentes fases do ciclo de produção, de modo a se obter níveis de inclusão desses minerais, que otimizem o desempenho e a qualidade dos ovos destas aves.

Para tanto, foi realizado um estudo, representado pelo capítulo 2, denominado **NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM DIFERENTES FASES DO CICLO DE PRODUÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS**, que apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Revista Brasileira de Ciência Avícola / Brazilian Journal of Poultry Science* e avaliou os efeitos da utilização de níveis de cálcio e fósforo, de modo a obter níveis adequados de utilização destes minerais que otimizem a produtividade e a qualidade dos ovos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AEC. Recomendação para a nutrição animal. 5 ed. France, RhônePoulenc, 1987. 86p.

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

BERNE, M. R.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro/RJ: Guanabara Koogan, 1998. p.1034.

BREVES, G. E; SCHRÖDER, B. Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism. **Nutricion Researchreviews**, v. 4, p.125-40, 1991.

BRONNER, F. Intestinal Calcium Absorption: Mechanisms and Applications. **Journal Nutrition**, v. 17, p. 1347 - 1352, 1987.

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

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

ETCHES, R. J. **Reproduction in poultry**. 1. ed. Cambridge: CAB International, 1996. 398 p.

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

FURTADO, M. A. O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos.** 1991. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.

GARCIA, E. A.; PIZZOLANTE, C. C. Nutrição de codornas para postura. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. 2004, Lavras/MG. **Anais...** Lavras/MG, 2004, p. 65-76.

GARCIA, J. et al. Exigências Nutricionais de Cálcio e Fósforo para Codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em Postura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Supl. 2, p. 41, 2000.

GILBERT, A. B. et al. The egg laying response of the domestic hen to variation in dietary calcium. **British Poultry Science**, v. 22, p. 537–548, 1981.

GOMES, P.C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n.6, p.1734-1746, 2004, (supl. 1).

GRANNER D.K.; MURRAY R.K.; MAYES P.A.; RODWELL V.W. 1998. Hormônios que regulam o metabolismo do cálcio, p.539-546. In: Murray R.K. Granner D.K., Mayes P.A.; Rodwell V.W. (Eds), Harper: **Bioquímica**. Um Livro Médico Lange. 8ª ed. Atheneu, São Paulo.

HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. In : SWENSON, M. J. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 471 - 487.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08/out./2009.

JUNQUEIRA L.C.; CARNEIRO J. Tecido ósseo. In: Junqueira LC, Carneiro J. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2004. p. 148-149.

KESHAVARZ, K. Interaction between calcium and phosphorus in laying hens. **Nutrition Report International**, v. 36, n. 9, p. 20, 1987.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal/SP, FUNEP; UNESP, 2002. p. 168-170.

MASUKAWA, Y.; MORAES, V.M.B, ARIKI, J.; PEDROSO, A.A.; SALVADOR, D. Efeitos 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, Curitiba, PR. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p. 35.

McDOWELL, R. L. Calcium and phosphorus. In: McDowell LR. Books. In: **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. p.31-32.

MORRIS, T. R.; NALBANDOV, A. V. The induction of ovulation in starging pullets using mamalian and avian gonadotropins. **Endocrinology Chevy Chase**, v. 68, p. 687-697, 1961.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p.113-120, 2002.

MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A. et al. **Harper**: bioquímica. São Paulo: Ed. Atheneu, 1994. 763p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed. Washington: National Academic Press, 155 p. 1994.

OLIVEIRA, B. L. Manejo m granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3.; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2., 2007. Lavras, **Anais...** Lavras: UFV, 2007, p. 11-16.

OLIVEIRA, E.G. Pontos críticos no manejo e nutrição de codornas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p. 71-96

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M. Algumas informações sobre nutrição de codornas de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL E CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2 e 1., 2004, Lavras. **Palestras...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/NECTA, 2004. p. 53-66.

PEDROSO, A. et al. Níveis de cálcio e fósforo na ração sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas. **Ars Veterinária**, v.15, n.2, p. 135 –139, 1999.

PIZAURO Jr., J. M. Hormônios e regulação do metabolismo do tecido ósseo. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal/SP: FUNEP, 2002. p. 268–269.

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. **Ind. Journal of Animal Science**, v. 62, n. 11, p. 1072-1076, 1992.

RUNHO, R. C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1. p.187-196, 2001.

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

SCHERER, C. et al. Avaliação dos teores de cálcio para poedeiras semi pesadas durante a fase de pré-postura, In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2004, Santos. **Anais...** Santos, 2004. p. 98.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3. Ed. New York: Ithaca, 1982. 562p.

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

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

SILVA, M. L. F. **Exigências nutricionais de cálcio para galinhas reprodutoras de corte**. 1990. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1990.

SILVA, V. K. et al. Influência da granulometria do calcário calcítico e dos níveis de cálcio sobre a qualidade dos ovos de poedeira em pico de postura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2005, Santos. **Anais...** Santos, 2005. p.118.

SIMÕES, A. F. Influência da atividade física no tratamento da osteoporose. Disponível em <: <http://www.cdof.com.br/fisio5.htm>>. Acesso em 12/01/2009.

TAHER, A. I.; GLEAVES, E. W.; BECK, M. Special calcium appetite in laying hens. **Poultry Science**, v. 63, p. 2261-2267, 1984.

TIKK, H.; HMMAL, J.; TIKK, V. Macromineral content in quail feedstuffs. **Proceedings...** Animal Nutrition Conference in Tartu, Estonia, 1994, p 131-134.

TREVIZAN, L. **O fósforo no organismo animal: importância e deficiência**. Santa Maria, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 19 p. (seminário).

UNDERWOOD E.D.; SUTTLE N.F. Calcium. In : UNDERWOOD E.D., SUTTLE N.F. **Mineral nutrition of livestock**. Washington : CAB international, 1999, 67-104.

VANDEPOPULIERE, J. M.; LYONS, J. J. Effect of inorganic phosphate source and dietary phosphorus level on laying hen performance and eggshell quality. **Poultry Science**, v. 71, p. 1022-1031, 1992.

WIDEMAN, J. R. R. F. et al. Urolithiasis in pullets and laying hens: role of dietary calcium and phosphorus. **Poultry Science**, v. 64, n. 12, p. 2300-2307, 1985.

CAPÍTULO 2

**NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO NA DIETA DE CODORNAS
JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM DIFERENTES FASES
DO CICLO DE PRODUÇÃO E SEUS EFEITOS SOBRE
DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS**

RESUMO

Com o objetivo de comparar níveis de cálcio e fósforo durante toda a fase de produção, foi realizado um experimento utilizando-se 720 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 7 semanas de idade. O período experimental teve duração de 48 semanas e utilizou-se quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três níveis de fósforo (0,25; 0,35 e 0,45%) divididos em 12 tratamentos com 6 repetições cada. O experimento foi dividido em 3 fases: período inicial de produção (4 primeiros ciclos de 28 dias: 7 a 22 semanas de idade), período intermediário (4 ciclos de 28 dias: 23 a 38 semanas de idade) e período final de produção (os últimos 4 ciclos de 28 dias: 39 a 54 semanas de idade). O desempenho das aves e a qualidade dos ovos foram avaliados ao final de cada ciclo de 28 dias, e teores de cálcio e fósforo presentes no plasma, ao final do período experimental (54 semanas de idade). Concluiu-se que independente da fase de produção, as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas em postura que proporcionam bom desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos são de 2,5% e 0,25%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE

Avicultura; coturnicultura; minerais; postura.

ABSTRACT

With the objective to compare levels of calcium and phosphorus during all the production phase, was conducted an experiment using 720 Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) with 7 weeks of age. The experimental period lasted 48 weeks, and used four levels of calcium (2.0; 2.5; 3.0 e 3.5%) and three levels of phosphorus (0.25; 0.35 e 0.45%) divided into 12 treatments with six replicates. The experiment was divided into three phases: initial production phase (the first 4 cycles of 28 days: 7 to 22 weeks), intermediate phase (4 cycles of 28 days: 23 to 38 weeks) and the final production phase (the last 4 cycles of 28 days: 39 to 54 weeks). The bird performance and egg quality were evaluated after each cycle of 28 days, and grades of calcium and phosphorus in the plasma, at the end the experimental period (54 weeks). It was concluded that regardless of production phase, the nutritional requirements of calcium and phosphorus to Japanese cleaned common quails in posture that provide good performance productive and satisfactory maintenance of the quality of eggs are 2.5% and 0.25% respectively.

KEY WORDS

Aviculture; egg production; quail rearing; minerals.

INTRODUÇÃO

Entre as diversas atividades do setor avícola, a coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro como excelente atividade produtiva, por requerer baixos custos com investimento inicial e mão de obra, utilizando pequenas áreas e proporcionando rápido retorno de capital.

A nutrição é um dos fatores mais importantes na manutenção da condição física da codorna, para se obter um crescimento normal e otimizar a produção de ovos, sendo fator dependente de adequado conhecimento das exigências nutricionais, da determinação de níveis adequados de utilização de energia metabolizável, proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais.

As codornas apresentam alterações naturais em seu metabolismo durante o ciclo produtivo, principalmente devido ao desgaste natural do organismo, o que pode ocasionar diferenças no aproveitamento de nutrientes. Torna-se de fundamental importância, determinar os melhores níveis nutricionais para cada fase do ciclo de produção, como ocorre com as galinhas poedeiras.

Dentro dos estudos nutricionais, os minerais recebem grande destaque, pois são indispensáveis na vida dos animais. Esses ingredientes podem atuar como componentes estruturais de órgãos e tecidos do corpo, como constituintes de fluídos, na forma de eletrólitos e como catalizadores de processos enzimáticos e hormonais.

Dentre os diversos minerais utilizados na dieta, encontra-se o cálcio, um macromineral requerido pelas aves para adequado crescimento, utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativação de sistemas enzimáticos e envolvimento com a secreção de diferentes hormônios (Underwood e Suttle, 1999; Sá et al., 2004).

Assim como o cálcio, o fósforo também é um importante macromineral na dieta de aves. Este participa de inúmeras funções no organismo e está envolvido em quase todas, se não em todas as reações metabólicas (McDowell, 1992), podendo ser considerado desta forma, como um dos elementos químicos mais versáteis no corpo animal.

O cálcio e o fósforo devem estar disponíveis na dieta em quantidades e proporções adequadas para atender às necessidades dos animais, considerando a idade, a

raça, a categoria ou a situação fisiológica e o sistema de produção adotado (Gomes et al., 2004).

Nas aves em crescimento, o cálcio é utilizado na formação óssea, enquanto que nas aves em postura, ele é utilizado, prioritariamente, para formação da casca do ovo. Assim, o cálcio é elemento fundamental para manutenção da produção de ovos (Scherer et al., 2004).

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

Em uma revisão sobre exigências nutricionais para codornas, Shirivastav e Panda (1999) sugeriram os níveis de 3,0% de cálcio e 0,45% de fósforo para aves com mais de seis semanas de idade.

Raju et al. (1992) realizaram um experimento utilizando quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três níveis de fósforo (0,35; 0,50 e 0,65%) para codornas japonesas em postura. A produção de ovos, o peso corporal, o peso do ovo e a espessura da casca foram afetados pelos níveis de cálcio. O peso do ovo apresentou redução com a inclusão de 0,65% de fósforo. A concentração de cálcio no soro e a percentagem de cinzas nos ossos não foram influenciadas pelos níveis de cálcio da dieta, porém a concentração de cálcio no soro declinou com o aumento do nível de fósforo na dieta.

De acordo com Garcia e Pizzolante (2004), a falta de uma padronização de fases no ciclo total de produção tem dificultado a interpretação dos resultados dos trabalhos de pesquisa.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo determinar as exigências de cálcio e fósforo para codornas japonesas durante todo o seu ciclo de produção, o que contribuirá com a formulação de dietas mais específicas para determinadas fases do ciclo de produção, assim como ocorre com poedeiras comerciais, trazendo melhor custo benefício para a granja, e otimizando a expressão do potencial genético da ave.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Aves e tratamentos experimentais:

O presente estudo foi realizado na Universidade Estadual Paulista *Júlio de Mesquita Filho* - UNESP, campus de Botucatu-SP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- FMVZ, nas dependências do setor de Avicultura, do Departamento de Produção Animal.

Foram utilizadas 720 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) adquiridas com um dia de idade. O período experimental foi conduzido a partir do início da fase de produção (7 semanas de idade e se prolongou até as 54 semanas de idade).

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com 12 m de comprimento e 6 m de largura, contendo gaiolas metálicas, específicas para produção de ovos, medindo 100 cm de comprimento, 34 cm de largura e 16 cm altura, com seis compartimentos cada. Cada compartimento foi equipado com um bebedouro tipo *nipple* e um comedouro tipo calha dispostos frontalmente à gaiola. Foi adotado um programa de luz de 17 horas diárias.

As aves receberam alimentação e água à vontade, sendo que a ração foi fornecida duas vezes ao dia. As rações foram produzidas na fábrica de rações da Fazenda Experimental Lageado, da UNESP - Campus de Botucatu. As rações, na forma farelada, foram formuladas à base de milho e farelo de soja, satisfazendo todos os requerimentos nutricionais e seguindo as recomendações do NRC (1994), exceto para os níveis de cálcio e fósforo (Tabela 1).

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente ao acaso e esquema fatorial em parcelas subdivididas (4x3x3) com quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 %), três níveis de fósforo (0,25; 0,35 e 0,45 %) e três períodos (1º: 7 a 22 semanas de idade, 2º: 23 a 38 semanas de idade e 3º: 39 a 54 semanas de idade), sendo as parcelas principais os níveis de cálcio e fósforo e as subparcelas os períodos. Sendo 12 tratamentos, com seis repetições contendo dez aves por gaiola.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional estimada das dietas experimentais.

| Ingredientes | Tratamentos | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Milho Moído | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 | 53,827 |
| Farelo de Soja | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 | 35,446 |
| Calcário* | 4,396 | 4,052 | 3,711 | 5,695 | 5,354 | 5,013 | 6,997 | 6,656 | 6,315 | 8,299 | 7,958 | 7,617 |
| Fosfato Bicálcico | 0,748 | 1,283 | 1,818 | 0,748 | 1,283 | 1,818 | 0,748 | 1,283 | 1,818 | 0,748 | 1,283 | 1,818 |
| Óleo | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 | 0,291 |
| Sal | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 | 0,350 |
| Metionina | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 | 0,130 |
| Sup. Mineral ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Sup. Vitamínico ² | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Adsorvente | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Antioxidante | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| Inerte | 4,500 | 4,306 | 4,112 | 3,198 | 3,004 | 2,810 | 1,896 | 1,702 | 1,508 | 0,594 | 0,400 | 0,206 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Composição nutricional estimada | | | | | | | | | | | | |
| Energia Metabolizável. (kcal/kg) | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 |
| Proteína Bruta (%) | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Cálcio (%) | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| Fósforo Disponível (%) | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,25 | 0,35 | 0,45 | 0,25 | 0,35 | 0,45 |
| Metionina Disponível (%) | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Metionina + Cistina Disponível (%) | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Lisina Total Disponível (%) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

¹ Enriquecimento mineral por kg de ração: Cu: 8 mg; Fe:50 mg; Mn: 70 mg; Zn:50 mg; I: 1,2 mg; Se: 0,2 mg. ² Enriquecimento vitamínico por kg de ração: Vit. A: 7000 UI; vit. D3: 2000 UI; vit. E: 5 mg; vit. K3: 1,6 mg; vit. B2: 3mg; vit. B12: 8 mg; Niacina: 20 mg; Ácido Pantotênico: 5 mg; * Calcário calcítico 100% fino.

2. Parâmetros avaliados:

2.1. Desempenho produtivo

2.1.1. Consumo de ração

O consumo de ração por ave foi avaliado semanalmente através da diferença entre a quantidade fornecida e as sobras existentes no final de cada período de sete dias. O resultado dividido pelo número médio de aves de cada parcela e expresso em gramas por ave por dia.

2.1.2. Produção de ovos

A produção de ovos foi calculada semanalmente dentro de cada parcela, sendo que os ovos foram diariamente coletados no período da manhã. A somatória dos ovos em um período de sete dias foi dividida pelo número de aves médio de cada parcela e multiplicando por 100, obtendo-se a % de produção semanal média de ovos por ave.

2.1.3. Ovos comercialmente viáveis

As perdas de ovos por trincas, defeitos e quebras também foram calculados semanalmente, determinando a porcentagem de ovos comercialmente viáveis por parcela.

2.1.4. Peso dos ovos

Os ovos obtidos de cada parcela foram pesados semanalmente. O peso médio foi obtido dividindo-se o peso total dos ovos pelo seu número e o resultado expresso em gramas.

2.1.5. Massa de ovos

A massa de ovos foi obtida à partir do peso médio dos ovos multiplicado pela porcentagem de postura. O valor obtido foi expresso em gramas de ovos por ave por dia.

2.1.6. Conversão alimentar

A conversão alimentar (por quilograma de ovos produzidos) foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelas aves de cada parcela, expressa em quilogramas, pelo peso total dos ovos postos no mesmo período também expresso em quilogramas.

A conversão alimentar (por dúzia de ovos produzidos) foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos na semana por cada parcela.

2.2. Qualidade dos ovos

A avaliação da qualidade da casca (qualidade externa) e do conteúdo interno (qualidade interna) dos ovos foi obtida a cada período de 28 dias. À cada período foram coletados e analisados dois ovos por gaiola por três dias consecutivos, totalizando uma amostra de 36 ovos por tratamento.

2.2.1. Avaliação da qualidade externa dos ovos

a) Peso de casca por unidade de superfície de área

O peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA) expresso em mg/cm², foi determinado conforme Abdallah *et al.* (1993), à partir da seguinte fórmula:

$$PCSA = \{PC / [3,9782 \times (PO^{0,7056})]\} \times 1000, \text{ onde:}$$

PC = peso da casca, PO = peso do ovo.

b) Resistência da casca a quebra

A resistência da casca à quebra foi determinada com o auxílio de um texturômetro TA.XT plus – Texture Analyser utilizando-se sonda de ruptura de 2mm (p/2), velocidade de teste de 1mm/segundo.

2.2.2. Avaliação da qualidade interna dos ovos

a) Porcentagem de gema

A porcentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

b) Porcentagem de albúmen

A porcentagem de albúmen foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

c) Quantidades de sólidos presentes na gema

Os sólidos totais da gema foram determinados mediante o cálculo da diferença entre 100 e o seu percentual de umidade, o qual foi obtido por meio da secagem das gemas em estufa a 104 °C durante 24 horas.

d) Quantidades de sólidos presentes no albúmen

Os sólidos totais do albúmen foram determinados mediante o cálculo da diferença entre 100 e o seu percentual de umidade, o qual foi obtido por meio da secagem do albúmen em estufa a 104 °C durante 24 horas.

2.3. Avaliação do teor de cálcio e fósforo no plasma

A coleta de plasma para análise da concentração de cálcio e fósforo foi realizada ao final do período experimental, utilizando-se amostra de uma ave por repetição. Foram coletados 3 ml de sangue, que foi acondicionado em frascos heparinizados, para posterior determinação da concentração de cálcio e fósforo segundo metodologia descrita por Perkin – Eimer Corporation (1996).

3. Análise estatística

Os dados obtidos referentes às características de desempenho e de qualidade dos ovos foram avaliados através da Análise de Variância, sendo que as médias de tratamentos foram comparadas através do teste Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o pacote computacional Statistical Analysis System (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho

Os resultados referentes ao desempenho produtivo das codornas japonesas durante o ciclo de produção, são apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que não houve interação significativa entre os três fatores estudados (períodos e níveis de cálcio e fósforo), assim como não foram constatadas interações entre níveis de cálcio e períodos de produção, entre níveis de fósforo e períodos de produção e entre níveis de cálcio e de fósforo, demonstrando que os níveis de cálcio e de fósforo comportaram-se de forma independente. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa et al. (2007) que não encontraram interação significativa entre os níveis de cálcio (2,5 e 3,2%) e de fósforo (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) em rações para codornas, na fase de postura.

Tabela 2. Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (P) em cada período estudado.

| Períodos | Tratamentos | CR ¹ (g) | POST ² (%) | OV ³ (%) | PO ⁴ (g) | MO ⁵ (g) | CA/kg ⁶ (kg/kg) | CA/dz ⁷ (kg/dz) | |
|-----------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| 7 – 22 semanas | Ca (%) | | | | | | | | |
| | 2,0 | 30,94 | 78,71 | 99,69 | 11,52 | 9,09 | 3,43 | 0,47 | |
| | 2,5 | 30,37 | 77,03 | 99,71 | 11,36 | 8,79 | 3,46 | 0,47 | |
| | 3,0 | 30,37 | 77,93 | 99,64 | 11,46 | 8,99 | 3,38 | 0,46 | |
| | 3,5 | 30,70 | 77,56 | 99,31 | 11,44 | 8,87 | 3,48 | 0,48 | |
| | P (%) | | | | | | | | |
| | 0,25 | 30,80 | 78,15 | 99,47 | 11,48 | 9,01 | 3,43 | 0,47 | |
| | 0,35 | 30,62 | 77,57 | 99,74 | 11,48 | 8,95 | 3,45 | 0,47 | |
| | 0,45 | 30,35 | 77,71 | 99,55 | 11,38 | 8,84 | 3,43 | 0,47 | |
| | 23 – 38 semanas | Ca (%) | | | | | | | |
| 2,0 | | 31,79 | 93,24 | 99,62 | 11,81 | 11,01 | 2,89 | 0,41 | |
| 2,5 | | 31,64 | 93,53 | 99,58 | 11,54 | 10,79 | 2,93 | 0,41 | |
| 3,0 | | 31,28 | 93,70 | 99,68 | 11,67 | 10,93 | 2,86 | 0,40 | |
| 3,5 | | 31,48 | 92,48 | 99,43 | 11,59 | 10,72 | 2,94 | 0,41 | |
| P (%) | | | | | | | | | |
| 0,25 | | 31,75 | 93,84 | 99,64 | 11,67 | 10,95 | 2,90 | 0,40 | |
| 0,35 | | 31,83 | 93,47 | 99,58 | 11,69 | 10,92 | 2,92 | 0,41 | |
| 0,45 | | 31,06 | 92,40 | 99,52 | 11,59 | 10,71 | 2,90 | 0,40 | |
| 39 – 54 semanas | | Ca (%) | | | | | | | |
| | 2,0 | 31,29 | 88,00 | 99,35 | 11,49 | 10,11 | 3,10 | 0,43 | |
| | 2,5 | 30,48 | 88,49 | 99,21 | 11,19 | 9,90 | 3,08 | 0,41 | |
| | 3,0 | 30,51 | 86,34 | 99,19 | 11,35 | 9,81 | 3,12 | 0,42 | |
| | 3,5 | 30,76 | 87,08 | 99,00 | 11,19 | 9,75 | 3,17 | 0,42 | |
| | P (%) | | | | | | | | |
| | 0,25 | 31,04 | 87,64 | 99,10 | 11,33 | 9,93 | 3,13 | 0,43 | |
| | 0,35 | 30,82 | 87,92 | 99,34 | 11,35 | 9,99 | 3,09 | 0,42 | |
| | 0,45 | 30,43 | 86,88 | 99,13 | 11,23 | 9,76 | 3,12 | 0,42 | |
| | Médias* | | | | | | | | |
| Períodos | 7 – 22 sem. | 30,59 B | 77,81 C | 99,59 A | 11,45 B | 8,93 C | 3,44 A | 0,47 A | |
| | 23 – 38 sem. | 31,55 A | 93,24 A | 99,58 A | 11,65 A | 10,86 A | 2,91 C | 0,41 C | |
| | 39 – 54 sem. | 30,76 B | 87,48 B | 99,19 B | 11,30 C | 9,89 B | 3,12 B | 0,42 B | |
| Ca | 2,0 | 31,34 | 86,65 | 99,55 | 11,61 A | 10,07 | 3,14 | 0,44 | |
| | 2,5 | 30,83 | 86,35 | 99,50 | 11,36 B | 9,83 | 3,16 | 0,43 | |
| | 3,0 | 30,72 | 85,99 | 99,50 | 11,49 AB | 9,91 | 3,12 | 0,43 | |
| | 3,5 | 30,98 | 85,71 | 99,25 | 11,41 B | 9,78 | 3,20 | 0,44 | |
| P | 0,25 | 31,19 | 86,54 | 99,40 | 11,50 | 9,96 | 3,15 | 0,43 | |
| | 0,35 | 31,09 | 86,32 | 99,55 | 11,50 | 9,95 | 3,15 | 0,43 | |
| | 0,45 | 30,61 | 85,66 | 99,40 | 11,40 | 9,77 | 3,15 | 0,43 | |
| Médias Gerais | | 30,97 | 86,17 | 99,45 | 11,47 | 9,90 | 3,15 | 0,43 | |
| Significâncias | | | | | | | | | |
| Ca | | NS | NS | NS | < 0,01 | NS | NS | NS | |
| P | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Período | | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | |
| Ca x P | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Ca x Período | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| P x Período | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Ca x P x Período | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |

* Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey (p<0,05).

1 – Consumo de ração. 2 - Porcentagem de postura. 3 - Ovos comercialmente viáveis. 4 - Peso dos ovos. 5 - Massa de ovos. 6 - Conversão alimentar por quilograma. 7 - Conversão alimentar por dúzia (CA/dz).

NS – Não Significativo.

Analisando-se a Tabela 2, pode-se observar que não houve efeito significativo dos níveis de cálcio e de fósforo sobre o consumo de ração, o qual obteve média de 30,97 g/ave/dia. Atentando-se para os níveis de cálcio, pode-se observar que as aves que receberam dietas formuladas com o menor nível, 2,0%, consumiram mais ração, porém sem diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$). A ausência de efeitos dos níveis de cálcio corrobora com dados verificados por Pedroso et al. (1999), que também não encontraram diferenças significativas para consumo de ração, trabalhando com níveis de 2,5; 3,0 e 3,5% de cálcio na dieta de codornas japonesas. Resultados semelhantes foram obtidos também por Pizzolante et al. (2007), que avaliaram dietas contendo níveis de 1,25; 2,50 e 3,75% de cálcio e não observaram diferenças no consumo de ração. Entretanto, Garcia et al. (2000), estudando níveis de 2,5 a 4,0% de cálcio e 0,27 a 0,42% de fósforo na dieta de codornas japonesas, observaram que teores crescentes de cálcio diminuíram linearmente o consumo de ração e que o aumento dos níveis de fósforo proporcionou efeito quadrático ($p<0,05$), onde o maior consumo ocorreu ao nível de 0,36% de fósforo.

Os períodos de produção influenciaram, significativamente, todos os parâmetros de desempenho. No presente estudo, o consumo de ração foi significativamente maior no segundo período de produção, quando as codornas se encontravam em pico de postura. Este alto consumo pode justificar também a diferença significativa verificada para o peso do ovo e, conseqüentemente, para a massa de ovos.

Em relação ao percentual de postura e de ovos comercialmente viáveis, a ausência de efeitos significativos dos níveis de cálcio e fósforo também foi observada. Esses resultados discordam com os verificados por Costa et al. (2007), que verificaram efeitos dos níveis de fósforo sobre a produção de ovos comerciais. Porém, os dados do presente estudo concordam com os encontrados por Barreto et al. (2007), que avaliaram seis níveis de cálcio (1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6%) na dieta de codornas japonesas e não observaram influência do mineral sobre a porcentagem de postura.

Luz (2002) avaliou quatro níveis de cálcio (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5%) e três granulometrias de calcário (fina, média e grossa) em rações para codornas japonesas, de 56 dias a 196 dias de idade e observou aumento na produção de ovos com o aumento do nível de cálcio na ração, conflitando com os resultados encontrados neste experimento,

em que os níveis de cálcio na ração não alteraram significativamente a produção de ovos.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) do período experimental sobre a produção de ovos. O segundo período apresentou-se como a fase de maior produção de ovos. O primeiro período apresentou os piores índices de produção, e o terceiro período foi intermediário aos outros dois. As diferenças observadas para a percentagem de postura entre os três períodos avaliados podem ser justificadas pelo fato de que as aves, no início do primeiro período experimental, estavam iniciando a produção. Já no segundo período, as codornas apresentavam-se na fase de pico de postura. E o terceiro período, intermediário, corresponde à fase em que as aves já se encontravam em idade avançada, com a curva de produção naturalmente declinando.

De acordo com a Tabela 2, a percentagem de ovos comercialmente viáveis não sofreu influência ($p > 0,05$) dos níveis de cálcio na dieta. O mesmo foi observado por Pereira (2004) que não encontrou influência dos níveis de cálcio na qualidade da casca dos ovos destinados à comercialização.

A menor percentagem de ovos comercialmente viáveis observada no terceiro período pode ser explicada em decorrência da idade mais avançada da ave, período em que, normalmente, ocorre a produção de ovos com menor qualidade de casca.

O peso do ovo não sofreu influência significativa dos níveis de fósforo, o que reafirma as suposições de Costa et al. (2007). Esses autores não verificaram efeitos dos níveis crescentes de fósforo da dieta sobre o peso dos ovos neste período.

Constatou-se pouca variação no peso médio dos ovos entre os tratamentos com níveis de cálcio. O menor nível de cálcio dietético resultou em maior peso dos ovos. Murakami e Furlan (2002), Pinto et al. (2002) e Freitas et al. (2005), informaram que o eventual aumento no consumo de ração para atender as exigências de qualquer nutriente pode ocasionar elevação no peso dos ovos pela maior ingestão de proteínas, met + cist e ácidos graxos essenciais. Fato semelhante ocorreu nesta pesquisa, muito embora o maior consumo de ração observado no tratamento com 2,0% de cálcio não foi estatisticamente significativo.

Entretanto, Shrivastav e Panda (1986) testaram níveis de cálcio (3,0 a 3,75%) em dietas para codornas japonesas e não verificaram efeitos destes sobre o peso do ovo. Os resultados do presente estudo também discordam dos observados por Luz (2002). Este

autor trabalhou com níveis crescentes de cálcio na dieta de codornas (2,0 a 3,5%) e verificou efeito linear dos níveis deste mineral sobre o peso dos ovos produzidos. O maior nível de cálcio utilizado nas rações proporcionou maior peso dos ovos. Pedroso et al. (1999) observaram maior peso dos ovos produzidos por codornas japonesas que foram alimentadas com dietas contendo 3,0 e 3,5% de cálcio. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2007) e Barreto et al. (2007) onde o peso dos ovos apresentou melhora linear de acordo com o aumento dos níveis de cálcio na ração.

Não se verificou influência dos níveis de cálcio e de fósforo sobre a massa de ovos, a qual obteve média de 9,90 g/ave/dia. Resultados contrários dos observados por Shrivastav e Panda (1986), que avaliaram o efeito de três fontes e três níveis de cálcio (3,0; 3,4 e 3,75%) na ração de codornas japonesas. Esses autores encontraram efeitos dos níveis de cálcio da dieta sobre a massa de ovo, sendo que a ração contendo 3,75% de cálcio propiciou redução na massa de ovo produzida, em relação aos níveis de 3,0 e 3,4 %.

Os resultados de conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos não foram influenciados significativamente ($p > 0,05$) pelos níveis de cálcio e de fósforo da dieta. Estes dados corroboram com os resultados encontrados por Garcia et al. (2000), que, trabalhando com níveis de 2,5 a 4,0% de cálcio em rações para codornas em postura, do 70º ao 130º dia de idade, não encontraram efeitos sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos. Masukawa et al. (2001) também verificaram que não houve efeitos dos níveis de cálcio da dieta (2,0 a 3,5%) sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos produzidos por codornas japonesas. Entretanto, Luz (2002) encontrou melhora na conversão alimentar por massa de ovos à medida que elevou-se os níveis de cálcio (2,0 a 3,5%) da dieta de codornas japonesas.

O período experimental influenciou a conversão alimentar por massa e por dúzia, que apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) como pode se observar na Tabela 2. Verificou-se melhor conversão alimentar no segundo período, em decorrência da maior produção de ovos e maior massa de ovos obtida neste mesmo período. A pior conversão foi observada durante o primeiro período, sendo que as aves não haviam atingido o pico de produção. Neste mesmo período foi verificada também a menor massa de ovos. No terceiro período, houve queda na produção de ovos e uma conseqüente piora na conversão alimentar das aves.

Qualidade dos ovos

Os dados referentes a qualidade dos ovos de codornas japonesas submetidas a tratamentos contendo níveis de cálcio e fósforo, estão apresentados na Tabela 3. Pode-se notar que não houve interação entre os fatores cálcio e fósforo, cálcio e período, fósforo e período e entre cálcio, fósforo e período, para nenhuma das características avaliadas. Observa-se também que os períodos influenciaram, isoladamente e significativamente ($p < 0,05$), todos os parâmetros analisados. Efeitos significativos dos níveis de cálcio foram verificados sobre a resistência da casca a quebra e sobre o peso de casca por unidade de superfície de área e sobre a porcentagem de casca.

Níveis de cálcio e fósforo disponível foram estudados por Pedroso et al. (1999) que avaliaram níveis de cálcio de 2,5; 3,0 e 3,5% e níveis de fósforo disponível de 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% para codornas em fase de produção, a partir dos 42 dias de idade e observaram interação entre níveis de cálcio e fósforo para qualidade de casca dos ovos, onde o nível de 2,5% de cálcio e 0,45% de fósforo disponível proporcionaram melhores resultados, sendo estes resultados contrários aos obtidos no presente estudo que não apresentou interação entre esses minerais.

Tabela 3. Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (P) em cada período estudado.

| Períodos | Tratamentos | RQ ¹ (kg) | PCSA ² (mg/cm ²) | CASCA ³ (%) | GEMA ⁴ (%) | ALB ⁵ (%) | SG ⁶ (%) | SA ⁷ (%) | |
|----------------------|--------------------|-------------------------|--|---------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--|
| 7 – 22 semanas | Ca (%) | | | | | | | | |
| | 2,0 | 0,941 | 40,56 | 7,80 | 29,00 | 62,19 | 53,33 | 12,64 | |
| | 2,5 | 0,976 | 41,29 | 8,01 | 29,11 | 62,88 | 53,46 | 12,42 | |
| | 3,0 | 0,987 | 41,39 | 8,00 | 29,11 | 62,89 | 53,21 | 12,63 | |
| | 3,5 | 0,981 | 41,93 | 8,12 | 29,04 | 62,83 | 53,05 | 12,51 | |
| | P (%) | | | | | | | | |
| | 0,25 | 0,972 | 41,20 | 7,96 | 29,05 | 62,99 | 52,98 | 12,35 | |
| | 0,35 | 0,976 | 41,55 | 8,03 | 29,26 | 62,71 | 53,23 | 12,53 | |
| | 0,45 | 0,965 | 41,12 | 7,97 | 28,88 | 63,15 | 53,59 | 12,77 | |
| | 23 – 38 semanas | Ca (%) | | | | | | | |
| 2,0 | | 0,991 | 41,56 | 7,97 | 29,22 | 62,82 | 51,45 | 12,03 | |
| 2,5 | | 1,043 | 42,60 | 8,25 | 29,21 | 62,54 | 51,22 | 11,89 | |
| 3,0 | | 1,029 | 42,45 | 8,16 | 29,45 | 62,42 | 51,44 | 12,05 | |
| 3,5 | | 1,059 | 43,28 | 8,35 | 29,38 | 62,27 | 51,77 | 12,00 | |
| P (%) | | | | | | | | | |
| 0,25 | | 1,029 | 42,77 | 8,23 | 29,40 | 62,37 | 51,58 | 11,92 | |
| 0,35 | | 1,039 | 42,52 | 8,18 | 29,34 | 62,49 | 51,39 | 11,96 | |
| 0,45 | | 1,024 | 42,13 | 8,13 | 29,20 | 62,68 | 51,44 | 12,09 | |
| 39 – 54 semanas | | Ca (%) | | | | | | | |
| | 2,0 | 0,980 | 40,67 | 7,84 | 29,51 | 62,66 | 51,54 | 11,60 | |
| | 2,5 | 1,023 | 41,52 | 8,04 | 29,15 | 62,81 | 51,47 | 11,33 | |
| | 3,0 | 1,025 | 41,81 | 8,08 | 29,29 | 62,63 | 51,49 | 11,44 | |
| | 3,5 | 1,045 | 42,14 | 8,15 | 29,18 | 62,69 | 51,28 | 11,49 | |
| | P (%) | | | | | | | | |
| | 0,25 | 1,029 | 41,81 | 8,07 | 29,17 | 62,75 | 51,39 | 11,54 | |
| | 0,35 | 1,030 | 41,62 | 8,03 | 29,50 | 62,49 | 51,67 | 11,30 | |
| | 0,45 | 0,996 | 41,17 | 7,97 | 29,167 | 62,86 | 51,28 | 11,56 | |
| | Médias* | | | | | | | | |
| Períodos | 7 – 22 sem. | 0,971 B | 41,29 B | 7,98 B | 29,06 B | 62,95 A | 53,26 A | 12,55 A | |
| | 23 – 38 sem. | 1,031 A | 42,47 A | 8,18 A | 29,31 A | 62,51 B | 51,47 B | 11,99 B | |
| | 39 – 54 sem. | 1,018 A | 41,53 B | 8,03 B | 29,28 A | 62,70 B | 51,45 B | 11,47 C | |
| Ca | 2,0 | 0,971 B | 40,93 B | 7,87 | 29,24 | 62,89 | 52,11 | 12,09 | |
| | 2,5 | 1,014 AB | 41,80 A | 8,10 | 29,16 | 62,75 | 52,05 | 11,88 | |
| | 3,0 | 1,013 AB | 41,88 A | 8,08 | 29,28 | 62,65 | 52,05 | 12,04 | |
| | 3,5 | 1,028 A | 42,45 A | 8,20 | 29,20 | 62,60 | 52,03 | 12,00 | |
| P | 0,25 | 1,010 | 41,93 | 8,09 | 29,21 | 62,70 | 51,98 | 11,94 | |
| | 0,35 | 1,015 | 41,90 | 8,08 | 29,37 | 62,56 | 52,10 | 11,93 | |
| | 0,45 | 0,995 | 41,47 | 8,02 | 29,08 | 62,90 | 52,10 | 12,14 | |
| Médias Gerais | | 1,007 | 41,77 | 8,06 | 29,22 | 62,72 | 52,06 | 12,00 | |
| Significância | | | | | | | | | |
| Ca | | < 0,01 | < 0,01 | NS | NS | NS | NS | NS | |
| P | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Período | | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | |
| Ca x P | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Ca x Período | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| P x Período | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |
| Ca x P x Período | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | |

* Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

1 – Resistência da casca a quebra. 2 – Peso de casca por unidade de superfície de área. 3 – Porcentagem de casca. 4 – Porcentagem de gema. 5 – Porcentagem de albúmen. 6 – Sólidos presentes na gema. 7 – Sólidos presentes no albúmen.

NS – Não Significativo.

Hamilton e Sibbald (1997) relataram que a redução do nível de fósforo na dieta com o avanço da idade das aves, melhora a qualidade da casca do ovo. Esta afirmação contradiz os resultados do presente estudo, que não verificou interação significativa entre os níveis de fósforo e os períodos de produção.

Não houve efeitos significativos ($p>0,05$) isolados dos níveis de fósforo sobre as características de qualidade de casca avaliadas. Costa et al. (2007) também não observaram efeito dos níveis de fósforo dietéticos (0,15, 0,25, 0,35, 0,45 e 0,55%) sobre porcentagem de casca. Entretanto, pode-se notar influência significativa dos níveis de cálcio sobre a resistência da casca a quebra e sobre o peso de casca por unidade de superfície de área, parâmetros que estão intimamente relacionados a qualidade da casca dos ovos.

Segundo Molino et al. (2009), a melhor forma de avaliar a qualidade da casca é verificando-se a sua resistência a quebra. Esta característica pode correlacionar-se, positivamente, com o peso da casca por unidade de superfície de área, o que foi constatado neste estudo, uma vez que a elevação nos níveis de cálcio a partir de 2,5% aumentou, significativamente, a resistência da casca à quebra e também o peso de casca por unidade de superfície de área (Tabela 3).

Entretanto, apesar do nível de 2,0% de cálcio ter influenciado, negativamente, os valores verificados para as três características de qualidade da casca (resistência a quebra, peso de casca por unidade de superfície de área e porcentagem de casca), a porcentagem de ovos viáveis para comercialização não apresentou tal influência (Tabela 3). Isto demonstra que a piora na qualidade da casca, obtida em ovos produzidos por codornas que receberam 2,0% de cálcio na dieta, não foi suficiente para reduzir a porcentagem dos ovos viáveis para comercialização.

Não foram verificados efeitos significativos ($p>0,05$) dos níveis de cálcio sobre a porcentagem de casca dos ovos, o que corrobora com os dados obtidos por Masukawa et al. (1996). Estes autores não observaram diferenças na qualidade da casca dos ovos de codornas submetidas a níveis crescentes de cálcio e ao nível 0,55% de fósforo. Entretanto, Costa et al. (2007), trabalhando com dois níveis de cálcio (2,5 e 3,5%) e Barreto et al. (2007) trabalhando com 1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2 e 3,6% de cálcio na ração de codornas japonesas, verificaram um aumento na porcentagem de casca com a elevação dos níveis de cálcio da ração.

Em relação à qualidade interna dos ovos, pode-se observar na Tabela 3, que não houve efeitos significativos isolados dos níveis de cálcio da ração sobre a porcentagem de gema e albúmen. Tais dados discordam dos resultados observados por Brandão et al. (2007), que ao avaliarem níveis crescentes de cálcio na ração, de 2,95% a 3,55%, observaram melhora na porcentagem de gema. No entanto, os resultados corroboram com os encontrados por Costa et al. (2007). Estes autores não verificaram diferença para as porcentagens de gema e de casca em função dos níveis de cálcio (2,5 e 3,2%).

Os níveis de fósforo também não influenciaram de forma significativa ($p>0,05$) a porcentagem de casca, gema e albúmen dos ovos, conforme demonstrado na Tabela 3, que pode ser confirmado pelos dados verificados por Costa et al. (2007) que em um estudo utilizando cinco níveis (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%) de fósforo na dieta, no qual observaram efeito linear crescente do aumento dos níveis de fósforo na dieta sobre a porcentagem de gema até o nível de 0,25% fósforo, nível mínimo utilizado no presente estudo.

Cavalheiro et al. (1983) descreveram que a menor porção do fósforo utilizada pelas poedeiras, durante o processo de formação do ovo, é usada na formação da clara do ovo e a maior porção é direcionada para gema sob a forma de fosfolipídeos e fosfoproteínas. De acordo com os resultados encontrados verificou-se que não adianta suplementar mais do que 0,25% de fósforo em dietas para codornas japonesas em postura, para se maximizar porcentagem de gema. Então, todo o excesso de fósforo consumido pode ter sido eliminado via excreta ou parte dele depositado nos ossos. Essa hipótese pode ser ainda reforçada, pelo fato dos níveis de fósforo não terem influenciado a porcentagem de casca e de albúmen dos ovos.

As porcentagens de gema e de albúmen e concentração de sólidos totais dos ovos são influenciadas pela idade da ave (Ahn et al., 1997; Silversides e Scott, 2001; Suk e Park, 2001; Faria et al., 2003). Além disso, ovos com gemas maiores têm maiores conteúdos de sólidos do que ovos com gemas menores (Ahn et al., 1997).

Para porcentagens de sólidos da gema e do albúmen, não houve interações ($p>0,05$) entre os fatores estudados (Tabela 3). Estas características foram influenciadas significativamente ($p<0,05$) apenas pelo período. Não foram encontradas na literatura muitas informações sobre o efeito dos níveis de cálcio e fósforo sobre esta característica, sendo necessários mais estudos para uma comparação efetiva.

Stadelman e Cotterill (1986) citam que a porcentagem de sólidos totais presentes na gema e no albúmen foram 50 e 12 %, respectivamente. Dados muito próximos aos encontrados no presente estudo, 52 % de conteúdo de sólidos totais para a gema e 12 % para albúmen. Resultados semelhantes também foram encontrados por Ahn *et al.* (1997), Tharrington et al. (1999) e Scott e Silversides (2000).

Ainda de acordo com a Tabela 3, pode-se observar que os períodos de produção proporcionaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as características analisadas.

Observou-se aumento da resistência da casca a quebra a partir do segundo período de produção, essa diferença significativa pode ser explicada pelo fato do primeiro período ser no início da fase de produção das aves onde o aparelho reprodutivo da ave não atingiu maturidade. O peso de casca por unidade de superfície de área e a porcentagem de casca diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os períodos, indicando que os ovos produzidos no segundo período apresentaram maior peso de casca por superfície de área e maior porcentagem de casca comparada aos demais períodos.

As porcentagens gema e albúmen encontradas foram inversamente proporcionais. A partir do segundo período de produção os ovos apresentaram maior porcentagem de gema e menor porcentagem de albúmen.

A porcentagem dos sólidos totais presentes na gema e no albúmen apresentaram queda continua com o avanço do período, coincidindo com as afirmações de Fletcher et al. (1983).

Cálcio e fósforo no plasma

Os dados referentes ao teor de cálcio e fósforo presente no plasma de codornas japonesas submetidas a tratamentos contendo níveis de cálcio e fósforo, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Concentrações plasmáticas de cálcio e fósforo de codornas japonesas suplementadas com níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (P), na dieta.

| Níveis | CÁLCIO (mg/dL) | FÓSFORO (mg/dL) |
|----------------------|-------------------|--------------------|
| Ca (%) | | |
| 2,0 | 14,13 | 16,49 AB |
| 2,5 | 13,76 | 19,09 A |
| 3,0 | 13,53 | 13,91 B |
| 3,5 | 15,69 | 18,93 A |
| P (%) | | |
| 0,25 | 14,94 | 16,53 |
| 0,35 | 14,13 | 17,64 |
| 0,45 | 13,75 | 17,13 |
| Média | 14,27 | 17,10 |
| Probabilidade | | |
| Ca | NS | < 0,01 |
| P | NS | NS |
| Ca x P | NS | NS |

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar que não houve efeito significativo dos níveis de cálcio da dieta sobre os teores plasmáticos do mesmo mineral. De acordo com Junqueira e Carneiro (2004), ocorre intercâmbio contínuo entre os níveis de cálcio sanguíneo e dos ossos, e de acordo com o exposto, o cálcio dietético absorvido seria responsável pelo aumento na concentração desse íon na corrente sanguínea se não fosse a rápida deposição desse mineral no tecido ósseo.

Ainda, segundo Macari et al. (2002), a homeostase do cálcio mantém constante os níveis deste mineral nos fluídos extracelulares. Outros autores também observaram ausência de efeitos dos níveis de cálcio sobre a concentração do mesmo no plasma. Pelícia (2008) trabalhando com quatro níveis de cálcio (3,0; 3,5; 4,0 e 4,5%) na dieta de poedeiras semipesadas em final de primeiro ciclo produtivo, não observou diferenças nos níveis plasmáticos de cálcio. Roland et al. (1985) não verificaram alterações nas concentrações de cálcio sanguíneo, trabalhando com dois níveis de cálcio (2,75 e 4,00%) para poedeiras. No entanto, dados adversos aos observados neste estudo podem

ser verificados na literatura também. Pelícia (2008) em continuação à pesquisa citada anteriormente, trabalhou com os mesmos níveis de cálcio do primeiro experimento, porém desta vez, para poedeiras em segundo ciclo produtivo, e verificou aumento linear do nível de cálcio plasmático à medida que se aumentava o nível de cálcio dietético.

De acordo com Bertechini (2004), a absorção do fósforo está intimamente ligada à absorção de cálcio, pois o fósforo é um dos fatores responsáveis pelo equilíbrio da calcemia, o que pode explicar os efeitos significativos dos níveis de cálcio da dieta sobre o teor de fósforo e não sobre o teor de cálcio no plasma apresentados na Tabela 4. O teor de fósforo no plasma apresenta-se significativamente menor para nível de cálcio 3,0% em relação aos níveis 2,5 e 3,5% que apresentaram maior absorção do fósforo, podendo ser uma resposta da ave em busca do equilíbrio da calcemia, também apresentado na Tabela 4.

O nível de fósforo da dieta não influenciou os teores de fósforo plasmático, conforme se observa na Tabela 4. Esta ausência de efeito significativo dos níveis de fósforo da dieta sobre o nível de fósforo plasmático corrobora com Silva et al. (2004), que não observaram efeito dos níveis de fósforo da dieta (0,094; 0,294 e 0,494 %) sobre os teores desse mesmo mineral no plasma.

Também Andrade et al. (2003) trabalhando com níveis de fósforo de 0,094 a 0,494 e Keshavarz (2000) trabalhando com níveis de 0,30 a 0,40 % de fósforo na dieta de poedeiras não observaram efeitos no teor do cálcio dietético sobre o teor de fósforo sanguíneo de poedeiras.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que, independente do período de produção, os níveis nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas em postura que proporcionam bom desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos são de 2,5% e 0,25%, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2038-2043, 1993.

AHN, D.U. et al. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*. Savoy, v. 76, p. 914-919, 1997.

ANDRADE IS. et al. Níveis de fósforo e de fitase em rações para poedeiras semipesadas à base de milho e farelo de soja [CD-ROM]. Anais da 40th Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2003; Santa Maria, Rio Grande do Sul. Brasil: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2003.

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

BERTECHINI A.G. Absorção e metabolismo de minerais em aves. In: CURSO DE FISIOLOGIA DA DIGESTÃO E METABOLISMO DOS NUTRIENTES EM AVES, 2004, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal, 2004.

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

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S.; OLIVEIRA, S.C. et al. Níveis de fósforo em rações para poedeiras. Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osório", Porto Alegre, 10: 7 - 16, Dez. 1983.

COSTA, C. H. R.; et al. Níveis de fósforo e de cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 36, n. 6, p. 2037-2046, 2007.

FARIA, D.E. et al. Qualidade do ovo para industrialização. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003. Campinas. Anais... Campinas: Facta. 2003. p. 327-346

FLETCHER, D.L. et al. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. *Poultry Science*, Savoy, v. 62, p. 1800-1805, 1983.

FREITAS, A. C. et al. Efeito dos níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

GARCIA, J. et al. Exigências Nutricionais de Cálcio e Fósforo para Codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em Postura. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, Supl. 2, p. 41, 2000.

GARCIA, E. A.; PIZZOLANTE, C. C. Nutrição de codornas para postura. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. 2004, Lavras/MG. Anais... Lavras/MG, 2004, p. 65-76.

GOMES, P.C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 33, n.6, p.1734-1746, 2004, (supl. 1).

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

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 2004. 488p.

KESHAVARZ K. Reevaluation of nonphytate phosphorus requirement of growing pullets with and without phytase. *Poultry Science* 2000; 79:1143-53.

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

MACARI M, FURLAN RL, GONZALES E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 1 ed. Jaboticabal (SP): FUNEP/UNESP; 2002.

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

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

McDOWELL, R. L. Calcium and phosphorus. In: McDowell LR. Books. In: Minerals in animal and human nutrition. San Diego: Academic Press, 1992. p.31-32.

MOLINO, A. B. et al. Avaliação de medidas de qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. In: VII CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS. 2009, São Pedro. Anais... São Pedro, Associação Paulista de Avicultura, p. 164-167, 2009.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 113-120.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of poultry. 9 ed. Washington: National Academic Press, 155 p. 1994.

PEDROSO, A.; 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.

PELÍCIA K. Efeito dos níveis de cálcio, fósforo e granulometria de calcário na dieta de poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. [Tese]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista; 2008.

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

PERKIN-EIRMEN CORPORATION. Anatomic absorption spectroscopy analytical methods. Norwalk, 1996. 300 p.

PINTO, R. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

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

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. *Ind. J. Anim. Sci.* v. 62, n. 11, p. 1072-1076, 1992.

ROLAND SR DA, LAURENT SM, ORLOFF HD. Shell quality is influenced by zeolite with high ion-exchange capability. *Poultry Science* 1985; 64:1177-1187.

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

SAS Institute. *SAS Users Guide Statistic*. Version 6.13 ed. SAS Institute Inc., Carry, NC. 2000.

SCHERER, C. et al. Avaliação dos teores de cálcio para poedeiras semi pesadas durante a fase de pré-postura, In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA*, 2004, Santos. Anais... Santos, 2004. p. 98.

SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 2000, 79: 1725- 1729.

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

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

SILVA JHV. et al. Efeito do fósforo disponível e da fitase sobre o desempenho, níveis de fósforo plasmático e teor de cinzas nos ossos de poedeiras semipesadas. *Anais da 22th Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola*; 2004; Santos, São Paulo. Brasil: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola; 2004. p.94

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, Savoy, v. 80, p. 1240-1245, 2001.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. *Egg science and technology*. 3rd ed. Westport: Avi Pub. Co., 1986. 449p.

SUK, Y.O.; PARK, C. Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. Poultry Science, Savoy, v. 80, p. 855-858, 2001.

THARRINGTON, J. B.; CURTIS, P. A.; JONES, F. T.; ANDERSON, K. E. Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens. Poultry Science, 1999, 78: 591-594.

UNDERWOOD E.D., SUTTLE N.F. Calcium. In : UNDERWOOD E.D., SUTTLE N.F. Mineral nutrition of livestock. Washington : CAB international, 1999, 67-104.

VANDEPOPULIERE, J. M.; LYONS, J. J. Effect of inorganic phosphate source and dietary phosphorus level on laying hen performance and eggshell quality. Poultry Science. v. 71, p. 1022-1031, 1992.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

A otimização do potencial produtivo das aves está associada a vários fatores, como boas condições de ambiente, de sanidade, melhoramento genético e boa nutrição. Na literatura é possível observar grande variedade de trabalhos, que visam estabelecer resultados ótimos, dentro de cada fator.

Os níveis cálcio e o fósforo na dieta possuem grande destaque entre as pesquisas de nutrição, são estudos que visam melhorar o conhecimento sobre absorção e o aproveitamento destes minerais objetivando a determinação de níveis ideais.

No presente estudo os resultados verificados com base nos níveis de cálcio e fósforo mostraram que não existe a necessidade de formular uma dieta para cada período de produção, pois as exigências nutricionais para essas codornas são as mesmas durante todo ciclo de produção. Portanto, nas condições em que foi realizado o estudo, recomenda-se o uso de 2,5% de cálcio e 0,25% fósforo em dietas para codornas japonesas.

Os resultados obtidos para os níveis de cálcio permitem supor que o organismo das aves realizou mecanismos regulatórios na tentativa de manter o equilíbrio mineral do mesmo, independente do nível utilizado na dieta e a idade da ave. Se por um lado o equilíbrio mineral do organismo foi mantido em condições de baixo fornecimento dietético de cálcio (2,0%), a qualidade dos ovos foi prejudicada. Entretanto, o nível de 2,5% de cálcio não alterou o desempenho e qualidade dos ovos, sendo viável a utilização deste nível do mineral nas dietas de codornas japonesas. O fósforo conseguiu atender todas as necessidades para proporcionar um bom desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos com o menor nível utilizado (0,25%), sugerindo assim novas pesquisas com menores níveis do fósforo.