

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO  
DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS**

**Luiz Carlos Lemos Camelo**

RIO LARGO  
2011

**LUIZ CARLOS LEMOS CAMELO**

**REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO  
DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte obrigatória para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão Lana  
Co-orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Sandra Roseli Valerio Lana

RIO LARGO  
2011

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto**

C181r   Camelo, Luiz Carlos Lemos.  
          Requerimentos nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas  
          / Luiz Carlos Lemos Castelo. – 2010.  
          58f: tabs., graf.

Orientador: Geraldo Roberto Quintão Lana.  
Co-Orientador: Sandra Roseli Valerio Lana.  
Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas.  
Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2010

1. Rações. 2. Coturnix japonesa. 3. Fosfato bicalcico. 4. Fósforo –  
Disponibilidade I. Título.

CDU: 598.618



Universidade Federal de Alagoas



PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
CÓDIGO-CAPEs - 26001012026P-2

UFAL

CECA

Aos 16 dias do mês de fevereiro de dois mil e onze, às 14h00: horas, no prédio do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFAL, sob a presidência do Prof. Dr. GERALDO ROBERTO QUINTÃO LANA (CECA/UFAL) reuniu-se a Banca Examinadora para Defesa Pública da Dissertação de Mestrado em Zootecnia do Zootecnista: **LUIZ CARLOS LEMOS CAMELO** aluno do Curso de Mestrado em Zootecnia da UFAL, sob o título "**Requerimentos Nutricionais de Fósforo Disponível para Codornas Japonesas**". A Banca Examinadora ficou assim constituída: Prof. Dr. GERALDO ROBERTO QUINTÃO LANA (CECA/UFAL) – Orientador; Profª Drª SANDRA ROSELI VALÉRIO LANA– (CECA/UFAL) - Membro Titular; Prof. Dr. CARLOS BÔA-VIAGEM RABELLO - (UFRPE) - Membro Titular e Profª Drª ADRIANA APARECIDA PEREIRA (UFAL/Arapiraca)- Membro Suplente. Ocorrências: Abertura pelo presidente da banca Prof. Dr. GERALDO ROBERTO QUINTÃO LANA que agradeceu as valiosas presenças dos demais membros componentes da banca, manifestando sua satisfação pela defesa de Dissertação do Curso de Mestrado em Zootecnia do CECA, desta feita sob sua orientação. A seguir, parabenizou o mestrando **LUIZ CARLOS LEMOS CAMELO** pelo trabalho apresentado. O Presidente da Banca Examinadora iniciou os trabalhos passando a palavra ao Prof.Dr. CARLOS BÔA-VIAGEM RABELLO e logo após foram ouvidos os comentários e análises dos demais componentes da banca. Terminada a defesa, procedeu-se o julgamento, pelos membros examinadores, sendo o candidato **APROVADO**, fazendo jus ao título de Mestre em Zootecnia, área de Produção Animal e que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Banca Examinadora e por mim, Marcos Antonio Lopes, Secretário. Rio Largo (AL), 16 de fevereiro de 2011.

MARCOS ANTONIO LOPES  
Secretário

Prof. Dr. GERALDO ROBERTO QUINTÃO LANA  
Presidente

Profª Drª SANDRA ROSELI VALÉRIO LANA  
Membro

Prof. Dr. CARLOS BÔA-VIAGEM RABELLO  
Membro

## REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS

**RESUMO GERAL:** Foram realizados dois experimentos no laboratório de digestibilidade de não-ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com o objetivo de determinar os requerimentos nutricionais de fósforo para codornas japonesas de 08 a 14 e de 15 a 29 dias de idade. No primeiro experimento, foram utilizadas 200 codorninhas fêmeas com 08 dias de idade e no segundo foram utilizadas 200 codorninhas fêmeas com 15 dias de idade, com pesos médios 20,5 e 48,25 gramas, respectivamente. As aves foram distribuídas num delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro repetições e dez aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiam de suplementações de cinco níveis de fósforo disponível na ração (0,14; 0,22; 0,30; 0,31 e 0,46%) em substituição ao inerte. No período de 8 a 14 dias de idade foram verificados efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração e conversão alimentar, não observando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para ganho de peso e para o período de 15 a 29 dias de idade verificaram efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear ( $P < 0,05$ ). nos períodos de 8 a 14 e de 15 a 29 dias de idade. De acordo com as presentes pesquisas recomenda-se em rações para codornas japonesas, de 08 a 14 dias de idade, 0,34% de fósforo disponível, ou seja 31,39 miligramas de fósforo disponível por ave dia e para o período de 15 a 29 dias de idade, 0,32% de fósforo disponível na ração, o que corresponde a 47,76 miligramas por ave dia.

**Palavras-chave:** Alimentação, Coturnix japônica, Desempenho, Fosfato bicalcico, Fósforo disponível

## **NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF AVAILABLE PHOSPHORUS FOR JAPANESE QUAILS**

**SUMMARY:** Two experiments were carried out in the laboratory of digestibility of non-ruminants of the Department of Zootechny of the Universidad Federal de Pernambuco, with the objective to determine the nutritional requirements of phosphorus for japanese quails from 08 to 14 and from 15 to 29 days of age. In the first experiment, 200 were used little quails females with 08 days of age and in the second one 200 were used little quails females with 15 days of age, with weight middle 20,5 and 48,25 grammes, respectively. The birds were distributed in a delineation completely casualized with five treatment, four repetitions and ten birds by experimental unity. The treatments were consisting of supplementations of five levels of phosphorus available in the ration (0,14; 0,22; 0,30; 0,31 and 0,46 %) in substitution of an inert one. In the period from 8 to 14 days of age were checked quadratic effects ( $P < 0,05$ ) for consumption of ration and food conversion, not observing significant differences ( $p > 0,05$ ) for profit of weight and for the period from 15 to 29 days of age checked quadratic effects ( $P < 0,05$ ) for consumption of ration, profit of weight and food conversion. For excreted phosphorus, phosphorus absorbed and for phosphorus in the bones they were observed linear effect ( $P < 0,05$ ). In the periods from 8 to 14 and from 15 to 29 days of age. In accordance with the present investigation 0,34 % of available phosphorus is recommended in rations for japanese quails, from 08 to 14 days of age, in other words 31,39 milligrams of available phosphorus for bird day and for the period from 15 to 29 days of age, 0,32 % of phosphorus available in the ration, which corresponds to 47,76 milligrams for bird day.

**key words:** Available match, Bicalcic phosphate, Food, Japanese Coturnix, Performance

## SUMÁRIO

	Página
<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	8
Referências bibliográficas.....	15
<b>REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS DE OITO A 14 DIAS DE IDADE.....</b>	18
1 Introdução.....	20
2 Materiais e métodos.....	22
3 Resultados e discussão.....	25
4 Conclusão.....	27
5 Referências bibliográficas.....	28
<b>REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS DE 15 A 29 DIAS DE IDADE.....</b>	30
Resumo.....	30
Abstract.....	31
1 Introdução.....	32
2 Materiais e métodos.....	34
3 Resultados e discussão.....	37
4 Conclusão.....	47
5 Referências bibliográficas.....	48
<b>IMPLICAÇÕES.....</b>	50
<b>APÊNDICES.....</b>	53
<b>APÊNDICES A - METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISES LABORATORIAIS .....</b>	53
1 Rações.....	53
2 Excretas.....	53
3 Ossos.....	53
4 Preparo das amostras.....	54
5 Preparo das soluções.....	54
6 Análises de fósforo (P).....	55
7 Curva padrão.....	56
<b>APÊNDICE B – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA</b>	57

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

O fósforo foi descoberto em 1669, pelo químico alemão Henning Brand, sendo o elemento nomeado assim pela propriedade de fosforescência, pois ambas as palavras derivam do grego “*phosphorus*” que significa “portador da luz” (WHITTEN, DAVIS & PECK, 2004).

Segundo LEHNINGER (1995) o fósforo não se encontra livre na natureza em nenhuma de suas variedades, mas, em combinações como os fosfatos, constitui 0,12% da composição da crosta terrestre e, em ordem quantitativa, é o duodécimo elemento químico na Terra. As matérias-primas a partir das quais se extrai o fósforo são fundamentalmente os fosfatos de metais alcalino-terrosos encontrados em depósitos de rochas de fosfato, como a clorapatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ , a fluorapatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  ou a vivianita,  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . No entanto, a principal fonte de fósforo para aves é o fosfato bicalcico (GARZILLO, 1996).

Segundo MACDOWELL (1993), em 1769, o fósforo foi então reconhecido como sendo essencial para formação da parte óssea do corpo pelo químico sueco Gahn. Logo após, em 1771, foi descoberta uma grande quantidade de fósforo em cinzas de ossos por Scheele, Gahn e Scheele se uniram e descobriram então que o fosfato de cálcio era a matéria prima dos ossos. Mais tarde, estudos avançados mostraram que a parte inorgânica do osso era formada em grande parte por fosfato de cálcio com pequenas partes constituídas por carbonato e magnésio. Os estudos hoje se voltam principalmente para os requerimentos ótimos de cada espécie e as interações dos demais minerais para o processo de absorção buscando diminuir os níveis de suplementação a fim de evitar danos ambientais.

O fósforo vem sendo indicado como sendo o mineral mais caro das rações para monogástricos e sendo objeto de muitas pesquisas, devido a sua importância econômica, fisiológica e ambiental (VIEIRA, 2009).

A deficiência de fósforo é conhecida nas mais diversas regiões do mundo e a busca pelo maior índice de produtividade torna necessário o seu balanceamento nas dietas. O fósforo é considerado limitante nos índices produtivos além de apresentar alto custo na suplementação mineral, pois

representa na nessa mistura algo em torno de 50 a 75% do custo final da mesma (BARCELLOS, 1998).

Segundo BRANDÃO (2005) inúmeras funções podem ser atribuídas ao fósforo, sendo as principais a formação da estrutura óssea, participação na formação das membranas celulares, a utilização e transferência de energia na forma de ATP, além de participar na síntese de ácidos nucléicos (DNA e RNA).

Uma suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento trará como consequência um desequilíbrio na homeostase mineral e um desenvolvimento dos ossos das aves, ou seja, calcificação anormal dos ossos. No entanto, o fósforo em excesso pode agir como antagonista dificultando a absorção de alguns minerais como cálcio, ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio e potássio (SMITH & KABAJA, 1984).

Segundo MAYNARD et al. (1984) os ossos servem, também, como depósito de cálcio e fósforo que em casos de necessidades podem ser mobilizados quando o fornecimento desses minerais não for adequado às exigências nutricionais do organismo.

Segundo HARMS (1982) a quantidade do elemento fósforo na casca do ovo é de apenas 20 mg e de cerca de 130 a 140 mg contidos na gema. Para VANDEPOPULIERE & LYONS (1992) o nível dietético do fósforo pode alterar a produção de ovos e a qualidade da casca.

Juntamente com a energia e a proteína, os minerais exercem funções relevantes na nutrição das aves, sendo o cálcio e o fósforo dois nutrientes importantes para animais em crescimento, devendo, por isso, estar em níveis adequados e bem equilibrados nas rações. Esses macrominerais estão associados principalmente ao metabolismo do animal, particularmente na formação óssea, sendo que aproximadamente 80 a 85% do fósforo total do organismo estão presentes nos ossos (COSTA et al. 2006).

Segundo VIEIRA (2009) para aves em fase de crescimento, a maior proporção do cálcio e do fósforo na dieta é utilizado para formação óssea enquanto que na ave adulta a maior porção é mobilizada para a formação da casca do ovo. Os sintomas da deficiência de fósforo incluem atraso no crescimento, diminuição no consumo de ração, baixos níveis de fósforo nos ossos, ovos de casca fina, redução na postura e diminuição no conteúdo de fósforo e cinzas nos ossos.

Para elaboração de um programa nutricional para codornas européias (*Coturnix coturnix*) e a americana (Bob white), o nutricionista baseia-se nas recomendações das tabelas do NRC (1994) com exigência de cálcio e fósforo disponível de 0,80 e 0,30% respectivamente, que são elaboradas para atender às exigências de codornas japonesas, cujo peso corporal é menor que o de codornas européia e americanas (SILVA et al. 2009).

BARRETO et al. (2007) mostram que do ponto de vista nutricional, os níveis de cálcio e de fósforo disponível na dieta são itens essenciais para melhorar a produção com redução dos problemas desempenho, que são agravados com avançar da idade das aves.

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

Segundo KESHAVARZ (1999) o fósforo disponível é a forma solúvel de fósforo que pode ser aproveitado diretamente pela ave e o fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula do ácido fítico (Hexafosfato de inositol ou fitato), que é encontrado nos vegetais e não é diretamente aproveitada pelas aves. A molécula de fitato apresenta alto teor de fósforo (28,2%) com alto potencial de quelação.

A absorção do fósforo se dá principalmente em resposta ao equilíbrio da calcemia, sendo que a absorção de cálcio é acompanhada da absorção do fósforo. A redução dos níveis séricos de cálcio depende da sua eliminação renal e incorporação na matriz óssea, juntamente com o fósforo. O mecanismo pela qual a vitamina D atua na absorção de fósforo ainda não está bem entendido, no entanto, pesquisas têm revelado o envolvimento desta vitamina e do paratormônio, na assimilação do fósforo intestinal. (BERTECHINI, 2004).

A secreção do PTH promove a desmineralização óssea, aumentando os níveis de fosfato no sangue. A calcitonina estimula a deposição de fósforo nos

ossos e deprime a absorção de fósforo no intestino. O estímulo para sua secreção é dado quando os níveis de cálcio e fósforo estão elevados no sangue (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

Os hormônios calcitonina e paratormônio (PTH) têm função relacionada com a forma ativa da vitamina D que controla os níveis de cálcio e fósforo sanguíneo (MCDOWELL, 1993). Durante a mobilização óssea, o fosfato é liberado juntamente com o Cálcio, o PTH aumenta a dissolução da matriz mineral óssea reduzindo a absorção do fósforo e prevenindo seu acúmulo no plasma sanguíneo. Com isso, a excreção pode vir a ocorrer de duas formas sendo a primeira relacionada ao material que ainda não foi absorvido e o segundo por via urinária onde há controle hormonal e está diretamente ligado à concentração de fósforo no sangue (CHAMPE & HARVEY, 1996).

Para viabilizar uma produção racional de codornas é necessária a realização de pesquisas, com o objetivo de se obterem resultados consistentes referentes a dados de produção e exigências nutricionais, para que se consiga adotar programas corretos de alimentação (GARCIA et al. 2000).

A determinação das corretas exigências nutricionais é de grande importância para todas as espécies avícolas, uma vez que a dieta é, talvez, o principal fator que determina se as aves vão crescer até seu potencial genético máximo. Na codorna européia e na americana, esse aspecto assume uma importância ainda maior, pois, na fase de 1 a 28 dias de vida, têm seu peso aumentado em cerca de 16 vezes (OLIVEIRA et al. 2002).

Segundo BRANDÃO (2005) conduzindo experimentos com o intuito de avaliar as exigências de cálcio e fósforo para 210 codornas japonesas machos e fêmeas no período de 1 a 45 dias de idade, com a finalidade de avaliar o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar, sendo as rações constituídas com a adição de sete níveis de fósforo (0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75; 0,90 e 1,05%). Verificaram que o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar não apresentaram efeito significativo e que apenas a conversão alimentar foi influenciada pelos níveis de fósforo nas rações. Para as fases inicial e final, os níveis de até 1,05% disponível não causaram alterações do desempenho.

Segundo RODEHUTSCORD et al. (2005) que conduziram estudos comparativos em codornas japonesas em resposta à utilização de fósforo em

suplementação com fosfato mono cálcico na dieta. Sendo adicionados à ração sete níveis crescentes de fósforo (2,9; 3,7; 4,5; 5,3; 6,2; 7,2 e 7,7%). Tendo em vista os resultados analisados, concluíram que as codornas podem servir de modelo de assimilação do fósforo inorgânico em relação às galinhas, porém os níveis de fósforo precisam de mais estudos.

FURLAN et al. (2007) em dois trabalhos avaliando a exigência nutricional de cálcio e fósforo de codornas japonesas em fase final de crescimento (15 a 35 dias de idade). No experimento 1, foram utilizados níveis crescentes de fósforo (0,29; 0,34; 0,39; 0,44 e 0,49%), no experimento 2, foram utilizados três níveis de fósforo (0,29; 0,39 e 0,49%). Nos dois experimentos não foram constatadas diferenças significativas para os diferentes níveis de fósforo no desempenho das aves. Concluiu-se, portanto que o nível de 0,41% de fósforo disponível na ração são suficientes para atender as exigências nutricionais de codornas japonesas em fase final de crescimento.

SILVA et al. (2009) ao conduzirem três estudos a fim de estimar as exigências nutricionais de fósforo disponível de codornas em crescimento. Sendo que no primeiro experimento (01 a 14 dias de idade), os tratamentos consistiam de cinco níveis de fósforo (0,12; 0,22; 0,32; 0,42 e 0,52%). Foi observado que os níveis de fósforo disponível afetaram de forma quadrática o peso corporal, o ganho de peso e a densimetria óptica. No segundo experimento (15 a 35 dias de idade), sendo os tratamentos compostos por cinco níveis de fósforo (0,29; 0,34; 0,39; 0,44 e 0,49%), os mesmos verificaram que os níveis de fósforo influenciaram de forma quadrática a densimetria óptica, e a exigência de fósforo foi estimada em 0,41%. Os mesmos então concluíram que o nível de 0,41% de fósforo disponível promove máximo desempenho nas fases de 1 a 14 dias de idade e de 15 a 35 dias de idade.

GARCIA et al. (2000) realizaram trabalhos com o objetivo de determinar as exigências nutricionais de fósforo para codornas japonesas em postura. Os tratamentos consistiam de quatro níveis de fósforo disponível (0,27%, 0,32%, 0,37% e 0,42%) e quatro níveis de cálcio (2,5%, 3,0%, 3,5% e 4,0%). Foi possível verificar que houve interação linear entre os níveis de cálcio e fósforo para % de postura. O aumento dos níveis de fósforo melhorou linearmente a conversão alimentar (kg/dz) e observou-se efeito quadrático para o consumo de ração, conversão alimentar (kg/kg). Concluiu-se que as exigências

nutricionais para codornas japonesas em postura são 0,36% de fósforo disponível.

COSTA et al. (2007) conduziram experimento com o objetivo de verificar o efeito de diferentes níveis de fósforo disponível na dieta sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e o perfil nutricional do tecido ósseo de codornas japonesas durante a fase inicial de postura. Os tratamentos foram compostos de cinco níveis de fósforo (0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55%). Os mesmos chegaram a conclusão que dietas com 0,31% de fósforo disponível são suficientes para proporcionar bom desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos e do perfil nutricional do tecido ósseo de codornas japonesas na fase inicial de produção.

Segundo PEDROSO et al. (1999) que conduziram experimentos que visavam avaliar os efeitos de níveis dietéticos de fósforo disponível sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de fósforo disponível (0,25; 0,45; 0,65 e 0,85%). Os parâmetros analisados foram o desempenho produtivo (porcentagem de postura, consumo de ração, conversão alimentar) e qualidade dos ovos (peso, peso específico, porcentagem e espessura de casca). Não foram constatados efeitos significativos dos níveis de fósforo disponível sobre o desempenho produtivo das codornas no período estudado.

COSTA et al. (2010), realizaram estudos com o objetivo de verificar o efeito de dois níveis de fósforo disponível na dieta sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção mineral em codornas japonesas durante o terço final do ciclo de produção. Os tratamentos foram compostos por dois níveis de fósforo disponível (0,15 e 0,35%). Foram avaliados a produção, o peso, a massa, a altura e o diâmetro dos ovos, o consumo de ração, a conversão alimentar. Não houve interação dos níveis de fósforo disponível utilizados. O teor de fósforo nas excretas aumentou com o acréscimo de fósforo disponível, enquanto as demais variáveis não foram influenciadas pelos níveis de fósforo disponível da dieta. De acordo com os resultados obtidos neste experimento, níveis dietéticos de 0,15% de fósforo disponível são suficientes para proporcionar bom desempenho produtivo e manutenção satisfatória da qualidade dos ovos de codornas japonesas no terço final do ciclo

de postura (45 a 57 semanas de idade) e correspondem a um consumo diário de 899 mg de cálcio e 40 mg de fósforo disponível por ave.

Em síntese, determinar corretamente quais são as exigências nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas em fase inicial e de crescimento, tem importante papel sobre o índice de desempenho produtivo dos animais nas fases subsequentes. Levando em consideração que essas são as fases mais críticas para essas aves e que qualquer prejuízo que venha a ocorrer não será recuperado nas fases posteriores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, J. **Nutrição mineral em ruminantes**, Porto Alegre, gráfica da UFRGS, 1998, Pag.146.

BARRETO, S.L.T.; PEREIRA, C.A.; UMIGI, R.T. ROCHA, T.C. da; ARAUJO, M.S. de; SILVA, C.S.; FILHO, R. de A.T.; 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. Anais. Jaboticabal, 2004.

BRANDÃO, P.A.; **Exigências d cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) machos e fêmeas nas fases de reposição e postura**, UFPB, Areia-PB, 2005. (TESE DE DOUTORADO).

CHAMPE, P.C. & HARVEY, R.A.; **Aminoácidos: catabolismo dos esqueletos de carbono, Bioquímica Ilustrada**, Artes médicas, Porto Alegre, 2ª ED., 1996, p. 249-262.

COSTA, C. H. R.; MAIA, G. V. C.; LEITE, C. D. S.; REIS, R. DE S.; BARRETO, S. L. DE T., Desempenho de codornas japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas com dietas contendo cinco níveis de fósforo disponível combinados com dois níveis de cálcio, **Zootec**, 2006. (CD-ROM).

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L. de T.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D'A.; ARAUJO, M.S. de; MEDINA, P.; Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade), **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.de T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R de S.; LEITE, CD.S.; MAIA, G.V.C; Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura, **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.2037-2046, 2007 (supl.).

FURLAN, A.C.; TON, A.S.; MARTINS, E.N; .ET AL; Exigências de lisina digestível e energia metabolizável de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*)

em crescimento com base no conceito de proteína ideal, IN: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 44, 2007, Jaboticabal, Anais. (CD ROM).

GARCIA, J.; MURAKAMI, A. E.; MARTINS, E. N.; FURLAN, A. C., Exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japônica) em postura, **Acta Scientiarum** 22(3):733-739, 2000.

GARZILLO, J.M.F. **Parâmetros biológicos utilizados na avaliação da biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos comerciais e em fosfatos de rocha**, faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, São Paulo-SP, 1996, 120 Pag. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

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

KESHAVARZ, K.; Por que es necesario emplear la fitasa en la dieta de las ponedoras?, **Indústria Avícola**, v. 46, n. 10, p. 13-14, Oct. 1999.

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

LEHNINGER, A. L. & NELSON, D. L. & COX, M. M. - **Princípios de Bioquímica**. São Paulo, Sarvier, 1995. Pag. 238.

MAYNARD, LOOSLI, HINTZ E WARNER, **Nutrição animal**, 3ª Edição, Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1984.

McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; HEMBRY, F.G. **Minerales para ruminantes en pastoreo em regiones tropicales**. 2.ed. Gainesville: **University of Florida**, 1993. 77p.

OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N. FONSECA, J.B.; THIEBAUT, J.T.L.; Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.675-686, 2002.

PEDROSO, A.A.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J.; KRONKA, S.N.; Efeito de níveis dietéticos de cálcio e fósforo disponível sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas, **Ars Veterinaria**, 15(2):135-139, 1999.

RODEHUTSCORD, M.; DIECKMANN, A.; Comparative studies with three-week-old chickens, turkeys, ducks, and quails on the response in phosphorus utilization to a supplementation of monobasic calcium phosphate, **Poultry Science**, 84:1252–1260, 2005.

SILVA, R.M. da; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E.; Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento, **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SMITH, O.B. & KABAJA, E.; Effect of high dietary calcium and wide calcium/phosphorus rations in broilers diets, **Poultry Science**, v.64, p.1713-1720, 1984.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3rd ed. Wallingford: Cabi Publishing, 1999. 67-148p.

VANDEPOPULIERE, J.M., LYONS, J.J. Effect of inorganic phosphate source and dietary phosphorus level on laying hen performance and eggshell quality. **Poult. Sci.**, 71, 1992.

VIEIRA, D.V.G.; **Níveis de cálcio e fósforo em dieta para codornas japonesas de 26 a 38 semanas de idade**, UFV, Viçosa-MG, 2009. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

WHITTEN, K. W., DAVIS, R. E., PECK, L. M. **General Chemistry; with qualitative analysis**. 7<sup>a</sup> ed. Belmont, Brooks/Cole, 2004, Pag. 128.

## **REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS NO PERÍODO DE OITO A 14 DIAS DE IDADE**

### **Requerimentos nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas no período de oito a 14 dias de idade**

**RESUMO:** O experimento foi realizado no laboratório de digestibilidade de não-ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com o objetivo de determinar os requerimentos nutricionais de fósforo para codornas japonesas de 08 a 14 dias de idade. Foram utilizadas para o experimento, 200 codorninhas fêmeas com 08 dias de idade. As aves foram distribuídas num delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro repetições e dez aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiam de suplementações de cinco níveis de fósforo disponível na ração (0,14; 0,22; 0,30; 0,31 e 0,46%) em substituição ao inerte. Foram verificados efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração e conversão alimentar, não observando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para ganho de peso. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear ( $P < 0,05$ ). Recomenda-se em rações para codornas japonesas, de 08 a 14 dias de idade, 0,34% de fósforo disponível, ou seja 31,39 miligramas de fósforo disponível por ave dia.

**Palavras-chave:** Alimentação, Coturnix japônica, Desempenho, Fosfato bicalcico, Fósforo disponível

## **Nutritional requirements of available phosphorus for Japanese quails in the period from eight to 14 days of age**

**ABSTRACT:** The experiment was carried out in the laboratory of digestibility of non-ruminants of the Department of Zootechny of the Universidade Federal de Pernambuco, with the objective to determine the nutritional requirements of phosphorus for Japanese quails from 08 to 14 days of age. They were used for the experiment, 200 little quails females with 08 days of age. The birds were distributed in a delineation completely casualized with five treatment, four repetitions and ten birds by experimental unity. The treatments were consisting of supplementations of five levels of phosphorus available in the ration (0,14; 0,22; 0,30; 0,31 and 0,46 %) in substitution of an inert one. There were checked quadratic effects ( $P < 0,05$ ) for consumption of ration and food conversion, not observing significant differences ( $p > 0,05$ ) for profit of weight. For phosphorus excreted, phosphorus absorbed and for phosphorus in the bones they were observed linear effect ( $P < 0,05$ ). 0,34 % of available phosphorus is recommended in rations for Japanese quails, from 08 to 14 days of age, in other words 31,39 milligrams of available phosphorus for quail day.

**Key words:** Available phosphorus, Bicalcic phosphate, Food, Japanese Coturnix, Performance

## 1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas é um ramo da avicultura que tem despertado extraordinário interesse no Brasil. A coturnicultura é a arte de criar, melhorar e fomentar a produção de codornas (MURAKAMI & ARIKI, 1998). Seus principais produtos são a carne de alta qualidade, e os ovos, cada vez mais apreciados. Além disso, são aves utilizadas como animais de laboratório, pela rapidez nas respostas e pelo baixo custo de manutenção.

No final da década de 50, teve início no Brasil a criação de codornas se destacando ainda mais nos anos de 1986 até 1989, quando alguns problemas relacionados à superprodução de ovos passou a causar prejuízos aos produtores com considerável perda na produção e na exploração dessas aves (COSTA et al. 2007). Porém, segundo BARRETO et al. (2007), vem se verificando retomada no crescimento da coturnicultura nacional em todas as regiões do país.

A coturnicultura se destaca a cada ano como atividade produtiva no mercado agropecuário brasileiro. Na década de 90, houve grande crescimento na produção de ovos, em decorrência da mudança nas características dos mercados atacadistas e varejistas, uma vez que os ovos comercializados preferencialmente *in natura* passaram também a ser processados em indústrias beneficiadoras, originando os ovos descascados ou em conserva, muito utilizados em churrascarias, restaurantes, bares e lanchonetes (FUGIKURA, 2002).

Segundo MURAKAMI & ARIKI (1998) a alimentação é um dos principais fatores que são apontados para pleno desempenho das aves, sendo responsável por até 70% do custo total de produção. No que se refere às necessidades de minerais para aves, os macrominerais como cálcio e fósforo, aparecem como os mais limitantes (COSTA, et al. 2009).

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

As informações que são disponibilizadas na literatura relacionadas às exigências nutricionais de codornas ainda são bastante escassas. Para a

formulação de rações para codornas são comumente utilizadas tabelas de exigências nutricionais que são confeccionadas em outros países como é o caso da AEC, 1987 e do NRC, 1994 (COSTA, et al. 2010). Ao se analisar as tabelas observam-se que não há uniformidade na determinação dos períodos referidos para as fases inicial e de crescimento e nos níveis nutricionais recomendados para a fase inicial e de produção de ovos (MURAKAMI & ARIKI, 1998).

Por tanto, o objetivo deste trabalho foi determinar os requerimentos nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas no período de 8 a 14 dias de idade.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de digestibilidade de não-ruminantes do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada em Recife - PE no período de 12 de Maio a 26 de Julho de 2010.

O município de Recife, localizado no Estado de Pernambuco, localiza-se na Latitude de 8º 04'03" Sul; Longitude de 34º 55'00" Oeste, com altitude de quatro metros acima do nível do mar.

Foram utilizadas 200 codorninhas fêmeas, com 08 dias de idade, adquiridas da granja Fujikura localizada em Suzano - SP, com peso médio de 20,5 gramas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com um metro de comprimento, 0,60 centímetros de largura e 0,80 centímetros de altura, possuíam comedouros tipo calha, bebedouro tipo pressão e bandejas coletoras de fezes. As gaiolas foram instaladas em uma sala localizada no galpão de digestibilidade, este construído no sentido Leste-Oeste, com pé direito de 2,80 metros de altura, com telhado de cimento-amianto, forro de gesso e com piso de cimento. O galpão possuía dois aparelhos ar condicionado para controle da temperatura interna do mesmo e aberturas laterais para facilitar as trocas gasosas.

O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz artificial), utilizando lâmpadas fluorescentes de 40 watts por sala.

Os dados médios de temperatura máxima (33,1°C), temperatura mínima (30,6°C), médias das temperaturas (32,4°C) e umidade relativa do ar (76,6%) foram coletados duas vezes ao dia, às 08:00 e 17:00 horas, utilizando-se um termômetro digital.

A dieta basal (Tabela 1), composta a base de milho e farelo de soja, foi formulada para atender às exigências nutricionais das aves, segundo as recomendações preconizadas pelo NRC (1994), variando apenas os níveis de fósforo disponível.

Tabela 01. Composição centesimal das rações experimentais (08 a 14 dias de idade).

Composição Centesimal						
Ingredientes		1	2	3	4	5
Milho		51,7672	51,7672	51,7672	51,7672	51,7672
Farelo de soja		42,0609	42,0609	42,0609	42,0609	42,0609
Óleo de soja		2,1646	2,1646	2,1646	2,1646	2,1646
Fosfato bicálcico.		0,1237	0,5561	0,9886	1,4210	1,8534
Calcário		1,8304	1,5511	1,2718	0,9925	0,7132
Sal comum		0,5573	0,5573	0,5573	0,5573	0,5573
Inerte <sup>3</sup>		1,0000	0,8500	0,6900	0,5400	0,3874
Vitini-aves <sup>1</sup>		0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Min-aves <sup>2</sup>		0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
DL-metionina		0,1656	0,1656	0,1656	0,1656	0,1656
L-treonina		0,0692	0,0692	0,0692	0,0692	0,0692
L - Lisina		0,0112	0,0112	0,0112	0,0112	0,0112
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada						
EM aves	Kcal/kg	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000
Proteína B.	%	23,5000	23,5000	23,5000	23,5000	23,5000
Fósforo disp.	%	0,1600	0,2300	0,3100	0,3900	0,4700
Cálcio	%	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500
Sódio	%	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400
Lisina dig.	%	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900
Met+Cis dig.	%	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
Metionina dig.	%	0,4907	0,4907	0,4907	0,4907	0,4907
Treonina dig.	%	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700
Triptofano dig.	%	0,2666	0,2666	0,2666	0,2666	0,2666

<sup>1</sup> Composição por kg de produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. B1, 2.200 mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300 mg; ácido pantotênico, 13.000 mg; biotina, 110 mg; vit K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000 mg; ácido nicotínico, 53.000 mg; niacina, 25.000 mg; vit B12, 16.000 µg; selênio, 0,25g; antioxidante, 120.000 mg; e veículo qsp, 1.000 g.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20.000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g.

<sup>3</sup> Areia lavada e seca em estufa.

Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis (0,14; 0,22; 0,30; 0,38 e 0,46%) de fósforo disponível, provenientes do fosfato bicálcico, feitas em substituição ao inerte.

O fornecimento de ração e água foi à vontade, sendo a água trocada duas vezes ao dia.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de fósforo, fósforo excretado; fósforo absorvido e deposição de fósforo nos ossos.

Foram coletadas amostras das rações, que foram moídas em moinho de bola, armazenadas em potes plásticos e acondicionadas em freezer para posterior análises laboratoriais.

As análises laboratoriais das rações foram descongeladas, secas em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram digeridas em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas à determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

As excretas foram coletadas diariamente, colocadas em sacos plásticos devidamente identificados por tratamento, repetição e a data da coleta. Após foram armazenados em freezer para posterior análise laboratoriais.

As excretas foram descongeladas, secas em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram moídas em moinho de bola, homogeneizadas para retirada de uma amostra por gaiola, em seguida foram digeridas em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas à determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

Ao final do experimento (14<sup>o</sup> dia de idade) todas as aves foram pesadas e abatidas por meio de deslocamento da cervical, sendo retiradas as tíbias e fêmures esquerdos e direito, para determinação dos teores de fósforo nos ossos. Após dissecados, os ossos foram limpos para remoção das cartilagens, armazenados em potes plásticos e acondicionados em freezer para posterior análises laboratoriais.

As tíbias e fêmures esquerdos e direitos foram pré-desengorduradas em extrator Soxhlet e levados à estufa ventilada a 65°C por um período de 24 horas e, em seguida, foram triturados em moinho de bola. As determinações das concentrações de fósforo nos ossos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2006).

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000). As estimativas dos níveis de fósforo disponível foram determinadas por meio de análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificados efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração e conversão alimentar, não observando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para ganho de peso. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear ( $P < 0,05$ ), no período de 08 a 14 dias de idade (tabela 02).

Tabela 02. Consumo de ração (g), ganho de peso (g), conversão alimentar (g/g), fósforo nas rações (%), fósforo excretado (g/Kg de MS), fósforo absorvido (g/Kg de MS) e fósforo nos ossos (g/Kg de MS) de codornas japonesas, de 08 a 14 dias de idade, em relação ao nível de fósforo disponível.

Variáveis	Níveis de fósforo disponível (%)					C.V.	r <sup>2</sup>
	0,14	0,22	0,30	0,38	0,46		
Consumo de ração <sup>1</sup>	70,35	67,27	57,26	63,42	63,91	3,35	0,72
Ganho de peso <sup>NS</sup>	22,96	23,17	24,57	23,73	23,31	4,79	0,64
Conversão alimentar <sup>1</sup>	3,06	2,90	2,35	2,67	2,74	4,70	0,69
Fósforo na ração	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,60	0,99
Fósforo excretado <sup>2</sup>	4,10	4,68	5,13	5,34	5,56	1,09	0,96
Fósforo absorvido <sup>2</sup>	11,6	18,6	26,3	34,1	41,1	0,73	0,99
Fósforo nos ossos <sup>2</sup>	2,93	3,06	3,11	3,14	3,16	0,29	0,97

1=Efeito quadrático ( $P < 0,05$ )

2=Efeito linear ( $P < 0,05$ )

NS=Não significativo

C. V.=Coeficiente de variação

O consumo de ração das codorninhas diminuiu ( $P < 0,05$ ) de forma quadrática até o nível de 0,34% de fósforo disponível (Figura 1), como pode ser verificado pela equação  $\hat{Y} = 89,7968 - 167,574X + 244,196X^2$ .

Estes resultados discordam aos encontrados por SILVA et al. (2009) que avaliaram as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas em crescimento encontrando um consumo de ração decrescente até o nível de 0,41% de fósforo disponível. No entanto são similares aos encontrados por COSTA et al. (2009).

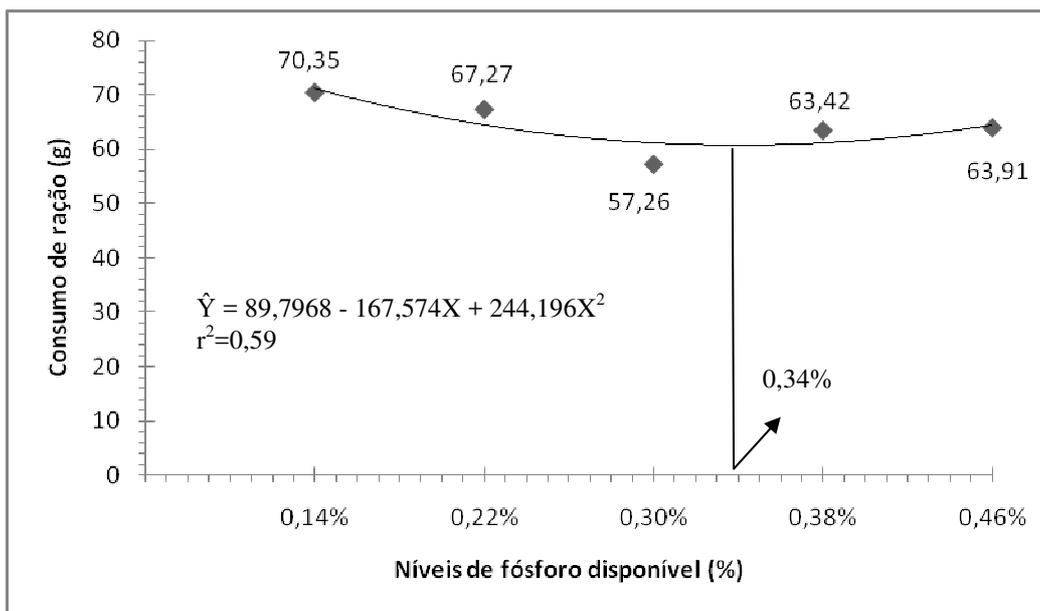


Figura 01. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o consumo de ração de codornas japonesas no período de 08 a 29 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar, que diminuiu conforme mostra a equação  $\hat{Y} = 4,19409 - 9,78420X + 14,4487X^2$ , até nível de 0,34% de fósforo disponível (Figura 02).

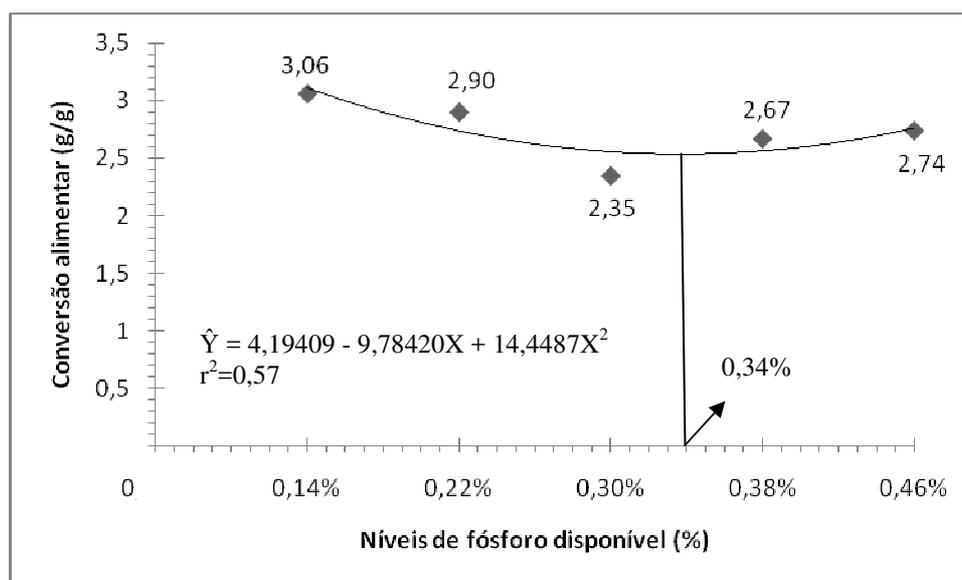


Figura 02. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre a conversão alimentar de codornas japonesas no período de 08 a 14 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) os teores de fósforo excretado pelas codornas, conforme demonstra a equação  $\hat{Y} = 3,61469 + 4,48437X$ . Para o fósforo absorvido verificou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ) nos diferentes níveis de fósforo disponível nas rações conforme  $\hat{Y} = - 1,61156 + 93,1719X$ .

Resultados discordantes, inferiores ao da presente pesquisa, foram encontrados por COSTA et al. (2010), avaliando níveis de fósforo nas excretas de codornas na fase de postura. Este fato pode ser explicado pelo aumento do metabolismo e formação da casca do ovo.

Os teores de fósforo nos ossos das codorninhas aumentaram ( $P < 0,05$ ) de forma linear, conforme é demonstrado pela equação  $\hat{Y} = 2,67922 + 2,22199X$

Esses resultados divergem dos de COSTA et al. (2007) que encontraram valores de 9,95; 10,43; 11,04; 11,18; 11,56% de fósforo nos ossos de codornas japonesas em fase inicial, alimentadas com dietas contendo níveis de 0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55% de fósforo disponível respectivamente. Este resultado pode ter ocorrido em virtude dos maiores níveis de fósforo utilizados nas rações.

#### **4 CONCLUSÃO**

De acordo com a presente pesquisa recomenda-se nas rações de codornas japonesas no período de 08 a 14 dias de idade o nível de 0,34% ou seja, 31,39 miligramas de fósforo disponível por ave dia.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, S.L.T.; PEREIRA, C.A.; UMIGI, R.T. ROCHA, T.C. da; ARAUJO, M.S. de; SILVA, C.S.; FILHO, R. de A.T.; 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.

BREVES, G. & SCHRÖDER, B.; Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism, **Nutrition Research Reviews**, v.04, nº, p. 125-140, 1991.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L. de T.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D'A.; ARAUJO, M.S. de; MEDINA, P.; Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade), **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.de T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R de S.; LEITE, CD.S.; MAIA, G.V.C; Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura, **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.2037-2046, 2007 (supl.).

COSTA, C.H.R; HOSODA, L.R.; LIPARI, C.A.; MAIA, G.V.C.; BARRETO, S.L.T.; Desempenho de codornas japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), após o pico de postura, alimentadas com dietas contendo cinco níveis de cálcio, **IN: Simpósio de Iniciação Científica da UFV**, Viçosa-MG, 2009 (CD-ROM).

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

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 79p.

QUEIROZ, A.C & SILVA, D.J.;. **Análises de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 235p.

SAEG - **Sistema para análise estatística**, versão 8.0. Viçosa: Fundação Artur Bernardes, 2000.

SILVA, R.M. da; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E.; Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento, **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

## **REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS NO PERÍODO DE 15 A 29 DIAS DE IDADE**

### **Requerimentos nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas no período de 15 a 29 dias de idade.**

**RESUMO:** O experimento foi realizado no laboratório de digestibilidade de não-ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com o objetivo de determinar os requerimentos nutricionais de fósforo para codornas japonesas de 15 a 22, de 23 a 29 e de 15 a 29 dias de idade. Foram utilizadas para o experimento, 200 codorninhas fêmeas com 15 dias de idade. As aves foram distribuídas num delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro repetições e dez aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiam de suplementações de cinco níveis de fósforo disponível na ração (0,14; 0,22; 0,30; 0,31 e 0,46%) em substituição ao inerte. Foram verificados efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear ( $P < 0,05$ ), nos períodos de 15 a 22, 23 a 29 e de 15 a 29 dias de idade. Recomenda-se para codornas japonesas de 15 a 22 e de 23 a 29 dias de idade os níveis de 0,33 e 0,31% de fósforo disponível nas rações, o que corresponde a 42,57 e 52,55 miligramas por ave dia respectivamente. No entanto, caso utilize ração única para o período de 15 a 29 dias de idade, recomenda-se 0,32% de fósforo disponível na ração, o que corresponde a 47,76 miligramas por ave dia.

**Palavras-chave:** Alimentação, Coturnix japônica, Desempenho, Fosfato bicalcico, Fósforo disponível

## **Nutritional requirements of available phosphorus for Japanese quails in the period from 15 to 29 days of age**

**ABSTRACT:** The experiment was carried out in the laboratory of digestibility of non-ruminants of the Department of Zootechny of the Universidade Federal de Rural de Pernambuco, with the objective to determine the nutritional requirements of phosphorus for Japanese quails from 15 to 22, from 23 to 29 and from 15 to 29 days of age. They were used for the experiment, 200 little quails females with 15 days of age. The birds were distributed in a delineation completely casualized with five treatments, four repetitions and ten birds by experimental unity. The treatments were consisting of supplementations of five levels of phosphorus available in the ration (0,14; 0,22; 0,30; 0,31 and 0,46 %) in substitution of an inert one. There were checked quadratic effects ( $P < 0,05$ ) for consumption of ration, gained of weight and food conversion. For phosphorus excreted, phosphorus absorbed and for phosphorus in the bones they were pointed out linear effect ( $P < 0,05$ ), in the periods from 15 to 22, 23 to 29 and from 15 to 29 days of age. One recommends for Japanese quails from 15 to 22 and from 23 to 29 days of age the levels of 0,33 and 0,31 % of phosphorus available in the rations, which corresponds to 42,57 and 52,55 milligrams for bird day respectively. However, if it uses the only ration for the period from 15 to 29 days of age, there are recommended 0,32 % of phosphorus available in the ration, which corresponds to 47,76 milligrams for bird day.

**Key words:** Available phosphorus, Bicalcic phosphate, Food, Japanese Coturnix, Performance

## 1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas no Brasil iniciou-se no final da década de 50 e se destacou mais nos anos de 1986 a 1988. Os principais fatores que têm contribuído para a criação de codornas são os rápidos crescimentos, 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/m<sup>2</sup>), a elevada vida produtiva (14 a 18 meses), o baixo investimento e o rápido retorno do capital investido (COSTA et al. 2007).

Segundo MURAKAMI & ARIKI (1998) a alimentação é um dos principais fatores que são apontados para pleno desempenho dessas aves, sendo responsável por até 70% do custo total de produção. No que se refere às necessidades de minerais para aves, os macrominerais como cálcio e fósforo, aparecem como os mais limitantes (COSTA, et al. 2009).

O fósforo vem sendo indicado como sendo o mineral mais caro das rações para monogástricos e sendo objeto de muitas pesquisas, devido a sua importância econômica, fisiológica e ambiental (VIEIRA, 2009).

Segundo LEHNINGER (1995) o fósforo não se encontra livre na natureza em nenhuma de suas variedades, mas, em combinações como os fosfatos, constitui 0,12% da composição da crosta terrestre e, em ordem quantitativa, é o duodécimo elemento químico na Terra. As matérias-primas a partir das quais se extrai o fósforo são fundamentalmente os fosfatos de metais alcalino-terrosos encontrados em depósitos de rochas de fosfato, como a clorapatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ , a fluorapatita,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  ou a vivianita,  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . No entanto, segundo GARZILLO (1996), a principal fonte de fósforo para aves é o fosfato bicalcico.

Segundo KESHAVARZ (1999) o fósforo disponível é a forma solúvel de fósforo que pode ser aproveitado diretamente pela ave e o fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula do ácido fítico (Hexafosfato de inositol ou fitato), que é encontrado nos vegetais e não é diretamente aproveitada pelas aves. A molécula de fitato apresenta alto teor de fósforo (28,2%) com alto potencial de quelação.

Segundo BREVES & SCHRÖDER (1991), a distribuição do fósforo corporal é caracterizada por cerca de 80% nos ossos como hidróxiapatitas e os

20% restantes localizados nas células, membranas celulares e fluídos corporais.

Uma suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento trará como consequência um desequilíbrio na homeostase mineral e um desenvolvimento dos ossos das aves, ou seja, calcificação anormal dos ossos. No entanto, o fósforo em excesso pode agir como antagonista dificultando a absorção de alguns minerais como cálcio, ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio e potássio (SMITH & KABAJA, 1984).

Por tanto, o objetivo deste trabalho foi o de determinar os requerimentos nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas em fase de crescimento.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no laboratório de digestibilidade de não-ruminantes do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada em Recife - PE no período de 12 de Maio a 26 de Julho de 2010.

O município de Recife, localizado no Estado de Pernambuco, localiza-se na Latitude de 8º 04'03" Sul; Longitude de 34º 55'00" Oeste, com altitude de quatro metros acima do nível do mar.

Foram utilizadas 200 codorninhas fêmeas, com 08 dias de idade, adquiridas da granja Fujikura localizada em Suzano - SP, com peso médio de 48,24 gramas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com um metro de comprimento, 0,60 centímetros de largura e 0,80 centímetros de altura, possuíam comedouros tipo calha, bebedouro tipo pressão e bandejas coletoras de fezes. As gaiolas foram instaladas em uma sala localizada no galpão de digestibilidade, este construído no sentido Leste-Oeste, com pé direito de 2,80 metros de altura, com telhado de cimento-amianto, forro de gesso e com piso de cimento. O galpão possuía dois aparelhos ar condicionado para controle da temperatura interna do mesmo e aberturas laterais para facilitar as trocas gasosas.

O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz artificial), utilizando lâmpadas fluorescentes de 40 watts por sala.

Na tabela 01 encontram-se os dados médios de temperatura máxima, temperaturas mínimas, médias das temperaturas e umidade relativa do ar foram coletados duas vezes ao dia, às 08:00 e 17:00 horas, utilizando-se um termômetro digital.

Tabela 01. Valores médios diários das variáveis climáticas durante o período experimental.

Períodos	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
15 a 22	33,4	31,2	31,7	81,7
23 a 29	34,2	32,5	33,3	78,9
15 a 29	33,8	31,8	32,5	80,3

A dieta basal (Tabela 02), composta a base de milho e farelo de soja, foi formulada para atender às exigências nutricionais das aves, segundo as recomendações preconizadas pelo NRC (1994), variando apenas os níveis de fósforo disponível.

Tabela 02. Composição centesimal das rações experimentais (15 a 29 dias de idade).

Ingredientes	Composição Centesimal					
	1	2	3	4	5	
Milho	51,7672	51,7672	51,7672	51,7672	51,7672	
Farelo de soja	42,0609	42,0609	42,0609	42,0609	42,0609	
Óleo de soja	2,1646	2,1646	2,1646	2,1646	2,1646	
Fosfato bicálcico.	0,1237	0,5561	0,9886	1,4210	1,8534	
Calcário	1,8304	1,5511	1,2718	0,9925	0,7132	
Sal comum	0,5573	0,5573	0,5573	0,5573	0,5573	
Inerte <sup>3</sup>	1,0000	0,8500	0,6900	0,5400	0,3874	
Vitini-aves <sup>1</sup>	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	
Min-aves <sup>2</sup>	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	
DL-metionina	0,1656	0,1656	0,1656	0,1656	0,1656	
L-treonina	0,0692	0,0692	0,0692	0,0692	0,0692	
L - Lisina	0,0112	0,0112	0,0112	0,0112	0,0112	
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Composição Calculada						
EM aves	Mcal/kg	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000
Proteína B.	%	23,5000	23,5000	23,5000	23,5000	23,5000
Fósforo disp.	%	0,1600	0,2300	0,3100	0,3900	0,4700
Cálcio	%	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500	0,8500
Sódio	%	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400
Lisina dig.	%	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900	1,1900
Met+Cis dig.	%	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
Metionina dig.	%	0,4907	0,4907	0,4907	0,4907	0,4907
Treonina dig.	%	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700	0,8700
Triptofano dig.	%	0,2666	0,2666	0,2666	0,2666	0,2666

<sup>1</sup> Composição por kg de produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. B1, 2.200 mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300 mg; ácido pantotênico, 13.000 mg; biotina, 110 mg; vit K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000 mg; ácido nicotínico, 53.000 mg; niacina, 25.000 mg; vit B12, 16.000 µg; selênio, 0,25g; antioxidante, 120.000 mg; e veículo qsp, 1.000 g.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20.000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g.

<sup>3</sup> Areia lavada e seca em estufa.

Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis (0,14; 0,22; 0,30; 0,38 e 0,46%) de fósforo disponível, provenientes do fosfato bicálcico, feitas em substituição ao inerte.

O fornecimento de ração e água será à vontade, sendo a água trocada duas vezes ao dia.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de fósforo, fósforo excretado; fósforo absorvido e deposição de fósforo nos ossos.

Foram coletadas amostras das rações, moídas em moinho de bola, armazenadas em potes plásticos e acondicionadas em freezer para posterior análises laboratoriais.

As análises laboratoriais das rações foram descongeladas, secas em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram digeridas em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas à determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

As excretas foram coletadas diariamente, colocadas em sacos plásticos devidamente identificados por tratamento, repetição e a data da coleta. Após foram armazenados em freezer para posterior análise laboratoriais.

As excretas foram descongeladas, secas em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram moídas em moinho de bola, homogeneizadas para retirada de uma amostra por gaiola, em seguida foram digeridas em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas à determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

Ao final do experimento (29º dia de idade) todas as aves foram pesadas e abatidas por meio de deslocamento da cervical, sendo retiradas as tíbias e fêmures esquerdos e direito, para determinação dos teores de fósforo nos ossos. Após dissecados, os ossos foram limpos para remoção das cartilagens, armazenados em potes plásticos e acondicionados em freezer para posterior análises laboratoriais.

As tíbias e fêmures esquerdos e direitos foram pré-desengorduradas em extrator Soxhlet e levados à estufa ventilada a 65°C por um período de 24 horas e, em seguida, foram triturados em moinho de bola. As determinações das concentrações de fósforo nos ossos foram realizadas no Laboratório de

Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2006).

As análises estatísticas das variáveis estudadas foram realizadas utilizando o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2000). As estimativas dos níveis de fósforo disponível foram determinadas por meio de análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificados efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear ( $P < 0,05$ ), no período de 15 a 22 dias de idade (tabela 03).

Tabela 03. Consumo de ração (g), ganho de peso (g), conversão alimentar (g/g), fósforo nas rações (%), fósforo excretado (g/kg de MS), fósforo absorvido (g/kg de MS) e fósforo nos ossos (g/kg de MS) de codornas japonesas de 15 a 22 dias de idade.

Variáveis	Níveis de fósforo disponível (%)					C.V.	r <sup>2</sup>
	0,14	0,22	0,30	0,38	0,46		
Consumo de ração <sup>1</sup>	90,49	90,30	89,71	90,13	90,36	0,13	0,72
Ganho de peso <sup>1</sup>	27,23	28,38	33,03	29,85	28,50	1,51	0,64
Conversão alimentar <sup>1</sup>	3,31	3,19	2,71	3,02	3,17	1,36	0,69
Fósforo na ração	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	0,56	0,99
Fósforo excretado <sup>2</sup>	4,10	4,68	5,13	5,34	5,56	1,45	0,96
Fósforo absorvido <sup>2</sup>	11,58	18,63	26,28	34,14	41,09	0,71	0,99
Fósforo nos ossos <sup>2</sup>	2,93	3,06	3,11	3,14	3,16	0,70	0,88

1= Efeito quadrático ( $P < 0,05$ )

2= Efeito linear ( $P < 0,05$ )

C. V.=Coeficiente de variação

O consumo de ração das codorninhas diminuiu ( $P < 0,05$ ) de forma quadrática até o nível de 0,32% de fósforo disponível (Figura 1), como pode ser verificado pela equação  $\hat{Y} = 92,7069 - 16,7220X + 25,3460X^2$ ).

Estes resultados discordam aos encontrados por SILVA et al. (2009) que avaliaram as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas em

crescimento encontrando um consumo de ração decrescente até o nível de 0,41% de fósforo disponível. No entanto são similares aos encontrados por COSTA et al. (2009).

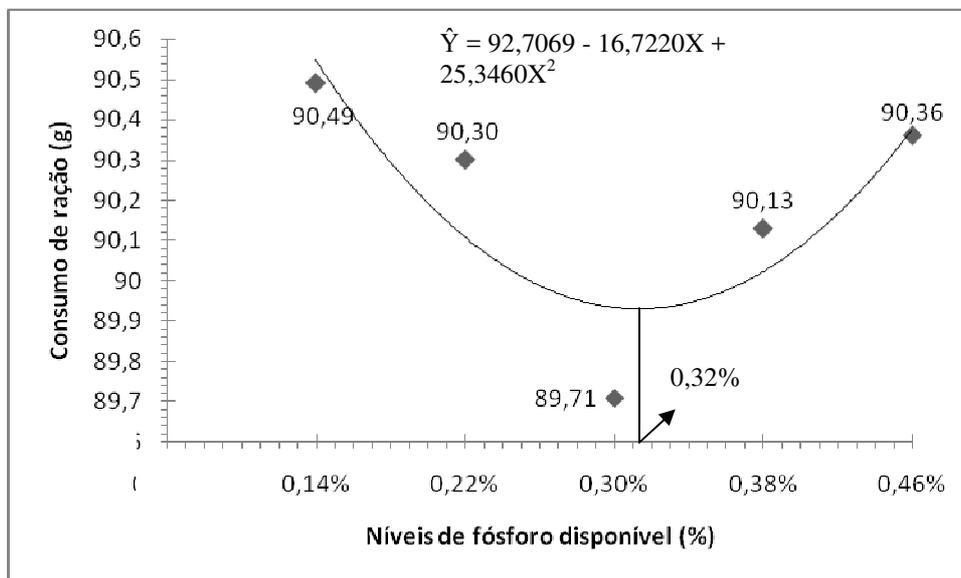


Figura 01. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o consumo de ração de codornas japonesas no período de 15 a 22 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) o ganho de peso que aumentou conforme mostra a equação  $\hat{Y} = 16,8355 + 90,9129X - 143,136X^2$ , até nível de 0,33% de fósforo disponível (Figura 02).

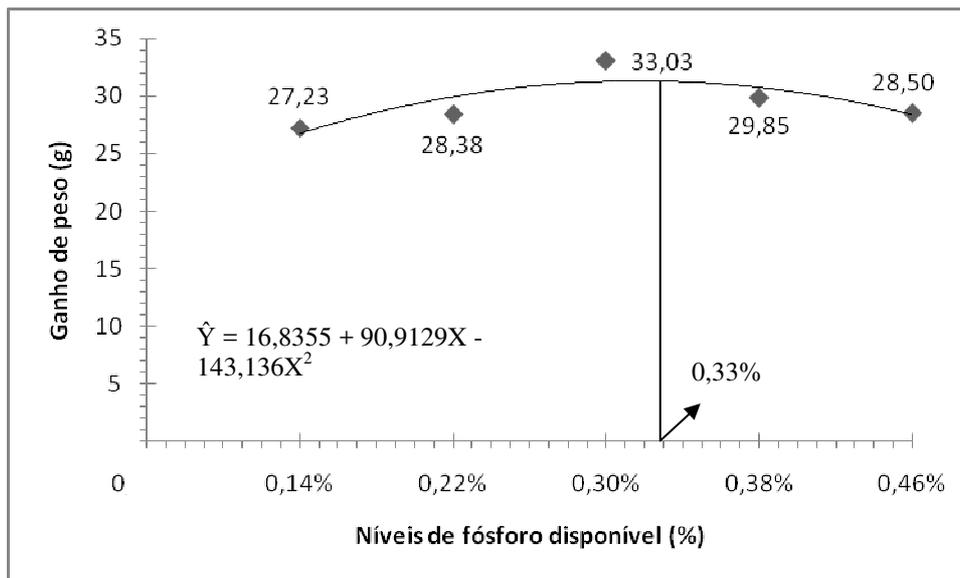


Figura 02. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o ganho de peso de codornas japonesas no período de 15 a 22 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar, que diminuiu conforme mostra a equação  $\hat{Y} = 4,45292 - 9,79028X + 15,2788X^2$ , até nível de 0,33% de fósforo disponível (Figura 03).

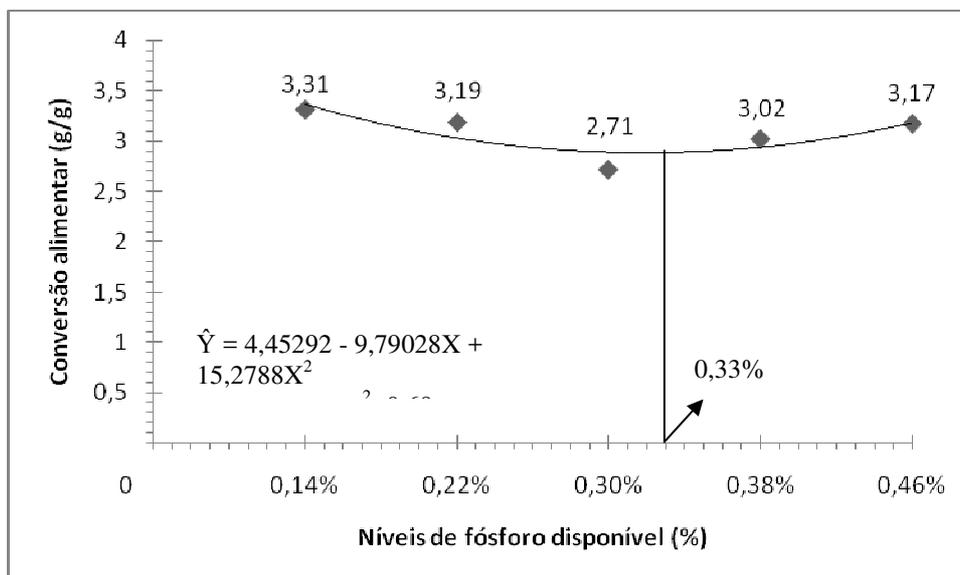


Figura 03. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre a conversão alimentar de codornas japonesas no período de 15 a 22 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) os teores de fósforo excretado pelas codornas, conforme demonstra a equação  $\hat{Y} = 3,99031 + 3,11562X$ . Para o fósforo absorvido verificou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ) nos diferentes níveis de fósforo disponível nas rações conforme  $Y = - 2,69156 + 97,8219X$

Resultados discordantes, inferiores ao da presente pesquisa, foram encontrados por COSTA et al. (2010), avaliando níveis de fósforo nas excretas de codornas na fase de postura. Este fato pode ser explicado pelo aumento do metabolismo e formação da casca do ovo.

Os teores de fósforo nos ossos das codorninhas aumentaram ( $P < 0,05$ ) de forma linear, conforme é demonstrado pela equação  $\hat{Y} = 3,07040 + 0,680000X$ , Esses resultados divergem dos de COSTA et al. (2007) que encontraram valores de 9,95; 10,43; 11,04; 11,18; 11,56% de fósforo nos ossos de codornas japonesas em fase inicial, alimentadas com dietas contendo níveis de 0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55% de fósforo disponível respectivamente. Este resultado pode ter ocorrido em virtude dos maiores níveis de fósforo utilizados nas rações.

Foram verificados efeitos quadráticos ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear ( $P < 0,05$ ), no período de 23 a 29 dias de idade (tabela 04).

Tabela 04. Consumo de ração (g), ganho de peso (g), conversão alimentar (g/g), fósforo nas rações (%), fósforo excretado (g/Kg de MS), fósforo absorvido (g/Kg de MS) e fósforo nos ossos (g/Kg de MS) de codornas japonesas de 23 a 29 dias de idade.

Variáveis	Níveis de fósforo disponível (%)					C.V.	r <sup>2</sup>
	0,14	0,22	0,30	0,38	0,46		
Consumo de ração <sup>1</sup>	128,10	121,33	107,60	119,43	116,78	2,17	0,57
Ganho de peso <sup>1</sup>	36,23	38,28	40,70	39,65	38,85	0,70	0,94
Conversão alimentar <sup>1</sup>	3,35	3,06	2,64	3,07	3,22	2,60	0,70
Fósforo na ração	0,15	0,23	0,33	0,39	0,47	0,56	0,99
Fósforo excretado <sup>2</sup>	4,39	4,65	4,92	5,14	5,35	1,65	0,95
Fósforo absorvido <sup>2</sup>	11,24	17,98	27,59	34,53	42,12	0,65	0,99
Fósforo nos ossos <sup>2</sup>	3,17	3,19	3,27	3,32	3,36	0,65	0,84

1= Efeito quadrático (P<0,05)

2= Efeito linear (P<0,05)

C. V.=Coeficiente de variação

O consumo de ração das codorninhas diminuiu (P<0,05) de forma quadrática até o nível de 0,34% de fósforo disponível (Figura 4), como pode ser verificado pela equação  $\hat{Y} = 31,1860 + 66,8661X - 121,652X^2$ .

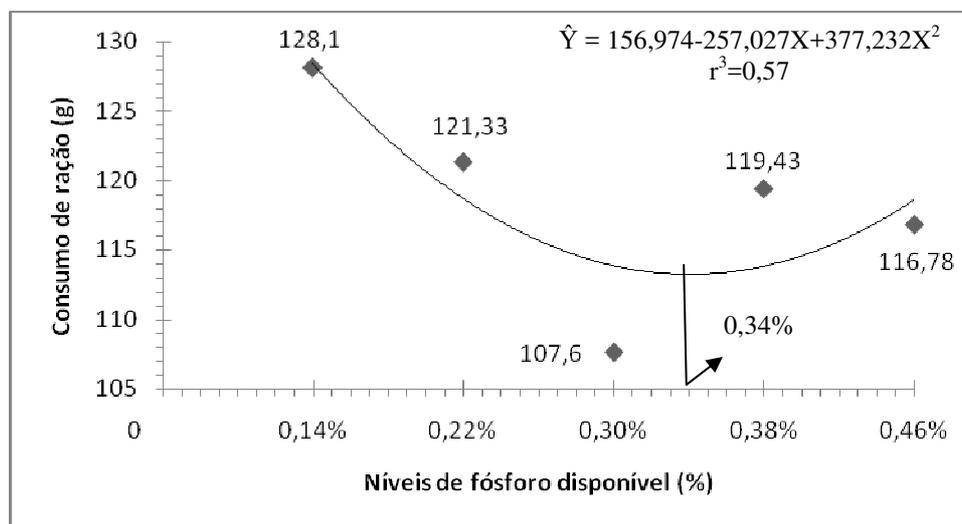


Figura 04. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o consumo de ração em codornas japonesas no período de 23 a 29 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática (P<0,05) o ganho de peso que aumentou conforme mostra a equação  $\hat{Y} =$

$31,1860 + 66,8661X - 121,652X^2$ , até nível de 0,34% de fósforo disponível (Figura 05).

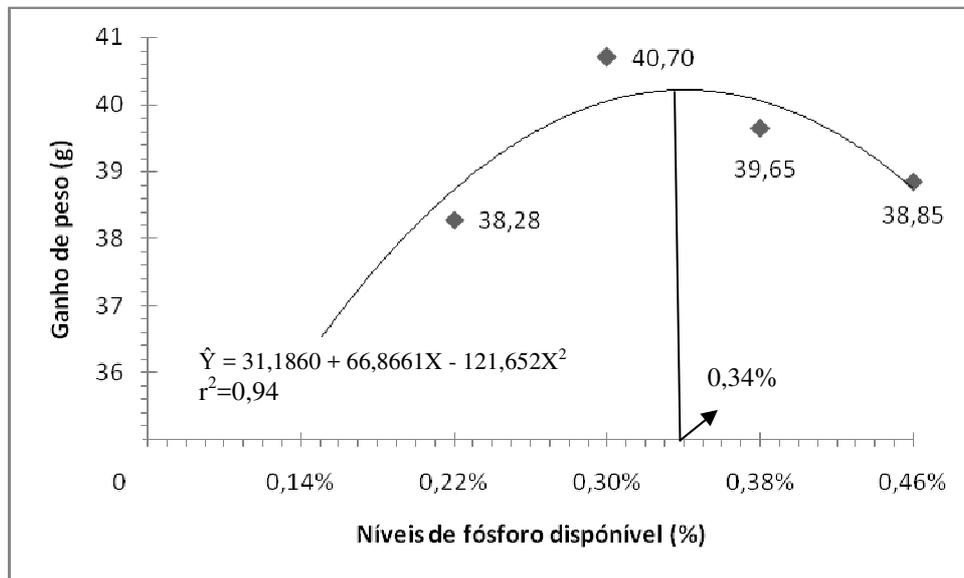


Figura 05. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o ganho de peso em codornas japonesas no período de 23 a 29 dias de idade.

O nível de 0,14% de fósforo disponível proporcionou o menor ganho de peso, haja vista que grande parte deste fósforo foi mobilizado para diversas reações metabólicas, principalmente para as reações do ciclo de Krebs.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar, que diminuiu conforme mostra a equação  $\hat{Y} = 4,63791 - 11,7977X + 19,1764X^2$ , até nível de 0,31% de fósforo disponível (Figura 06).

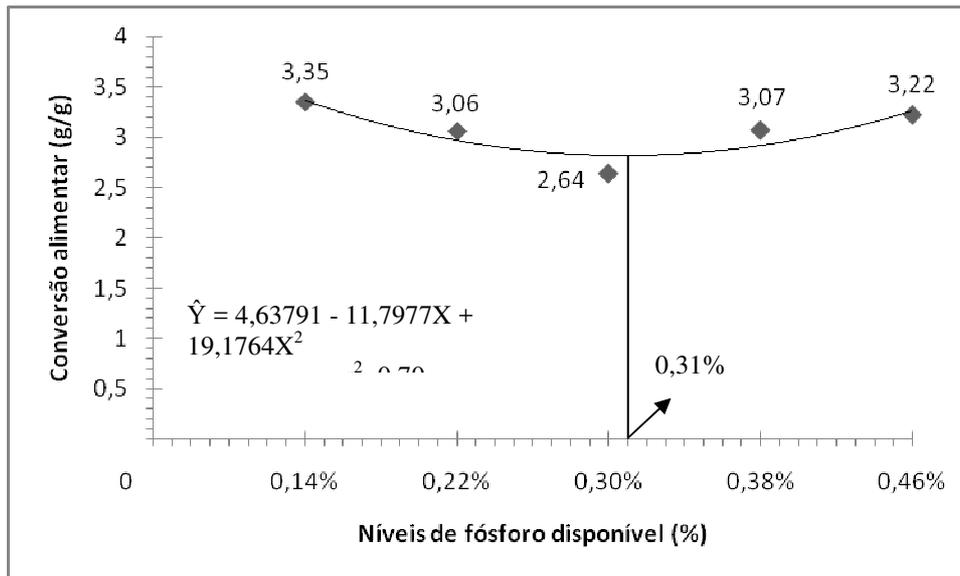


Figura 06. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre a conversão alimentar em codornas japonesas no período de 23 a 29 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) os teores de fósforo excretado pelas codornas, conforme demonstra a equação  $\hat{Y} = 3,97781 + 3,04062X$  Para o fósforo absorvido verificou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ) nos diferentes níveis de fósforo disponível nas rações conforme  $\hat{Y} = - 2,67906 + 97,8969X$ .

Resultados discordantes, inferiores ao da presente pesquisa, foram encontrados por COSTA et al. (2010), avaliando níveis de fósforo nas excretas de codornas na fase de postura. Este fato pode ser explicado pelo aumento do metabolismo e formação da casca do ovo.

Os teores de fósforo nos ossos das codorninhas aumentaram ( $P < 0,05$ ) de forma linear, conforme é demonstrado pela equação  $\hat{Y} = 3,07589 + 0,613750X$  Esses resultados divergem dos de COSTA et al. (2007) que encontraram valores de 9,95; 10,43; 11,04; 11,18; 11,56% de fósforo nos ossos de codornas japonesas em fase inicial, alimentadas com dietas contendo níveis de 0,15; 0,25; 0,35; 0,45 e 0,55% de fósforo disponível respectivamente. Este resultado pode ter ocorrido em virtude dos maiores níveis de fósforo utilizados nas rações.

Foram verificados efeitos quadráticos (P<0,05) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Para fósforo excretado, fósforo absorvido e para fósforo nos ossos foram observados efeito linear (P<0,05), no período de 15 a 29 dias de idade (Tabela 05).

Tabela 05. Consumo de ração (g), ganho de peso (g), conversão alimentar (g/g), fósforo nas rações (%), fósforo excretado (g/Kg de MS), fósforo absorvido (g/Kg de MS) e fósforo nos ossos (g/Kg de MS) de codornas japonesas de 15 a 29 dias de idade.

Variáveis	Níveis de fósforo disponível (%)					C.V.	r <sup>2</sup>
	0,14	0,22	0,30	0,38	0,46		
Consumo de ração <sup>1</sup>	109,45	105,91	98,65	104,78	103,57	1,24	0,58
Ganho de peso <sup>1</sup>	32,75	34,01	36,86	34,35	32,36	0,80	0,78
Conversão alimentar <sup>1</sup>	3,34	3,11	2,67	3,05	3,20	1,69	0,72
Fósforo na ração	0,15	0,23	0,31	0,39	0,47	1,30	0,99
Fósforo excretado <sup>2</sup>	4,24	4,66	5,04	5,24	5,45	0,90	0,97
Fósforo absorvido <sup>2</sup>	11,41	18,30	26,91	34,34	41,61	0,71	0,99
Fósforo nos ossos <sup>2</sup>	6,34	6,42	6,53	6,65	6,74	0,65	0,98

1= Efeito quadrático (P<0,05)

2= Efeito linear (P<0,05)

C. V.=Coeficiente de variação

O consumo de ração das codorninhas diminuiu (P<0,05) de forma quadrática até o nível de 0,35% de fósforo disponível (Figura 07), como pode ser verificado pela equação  $\hat{Y} = 124,840 - 136,687X + 201,289X^2$ .

Resultados semelhantes foram encontrados por SILVA et al. (2009) que avaliaram as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para codornas em crescimento encontrando um consumo de ração decrescente até o nível de 0,41% de fósforo disponível. No entanto resultados discordantes foram observados por COSTA et al. (2009).

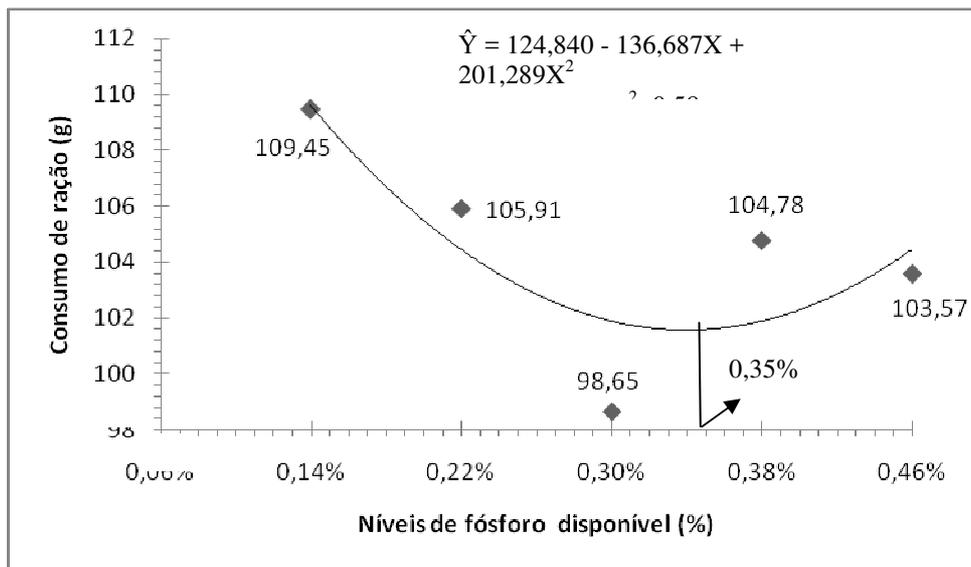


Figura 07. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o consumo de ração de codornas japonesas no período de 15 a 29 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) o ganho de peso que aumentou conforme mostra a equação  $\hat{Y} = 24,0107 + 78,8895X - 132,394X^2$ , até nível de 0,33% de fósforo disponível (Figura 08).

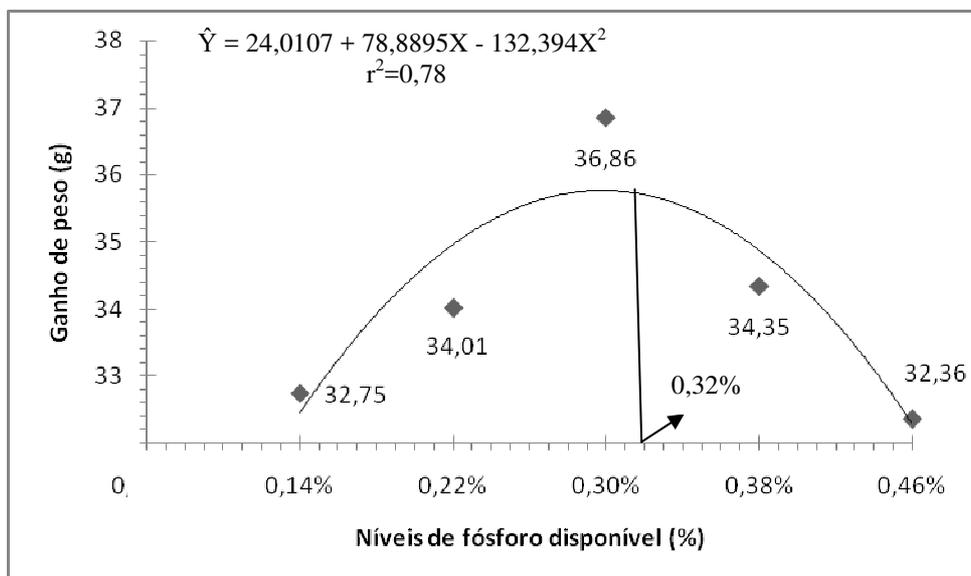


Figura 08. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre o ganho de peso de codornas japonesas no período de 15 a 29 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar, que diminuiu conforme mostra a equação  $\hat{Y} = 4,55675 - 10,9252X + 17,4855X^2$ , até nível de 0,32% de fósforo disponível (Figura 09).

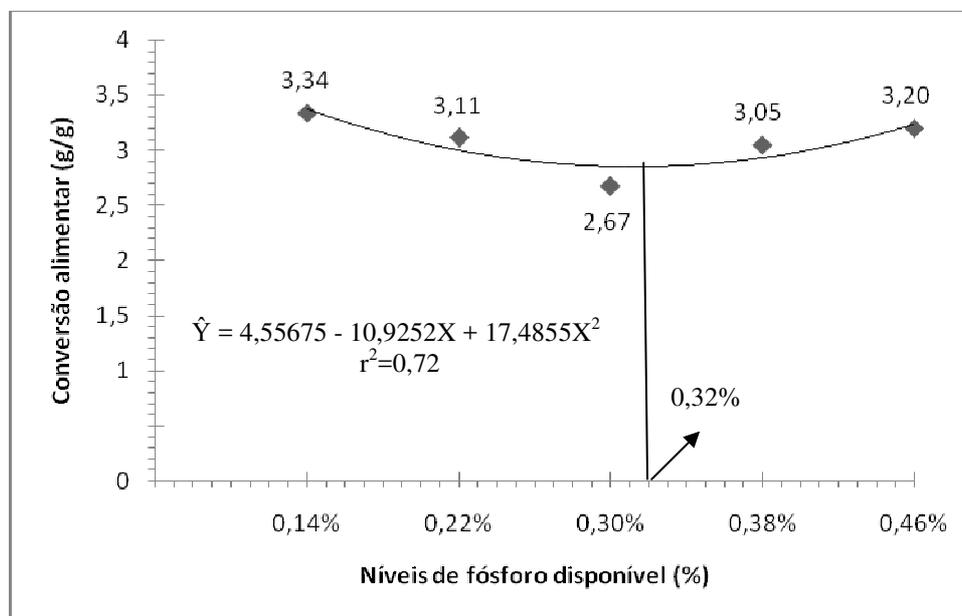


Figura 09. Efeito dos níveis de fósforo da ração sobre a conversão alimentar de codornas japonesas no período de 15 a 29 dias de idade.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ) os teores de fósforo excretado pelas codornas, conforme demonstra a equação  $\hat{Y} = 7,96813 + 6,15625X$ . Para o fósforo absorvido verificou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ) nos diferentes níveis de fósforo disponível nas rações conforme  $Y = - 6,66937 + 94,7812X$ . Os teores de fósforo nos ossos das codorninhas aumentaram ( $P < 0,05$ ) de forma linear, conforme é demonstrado pela equação  $\hat{Y} 6,14637 + 1,29375X$ .

Resultados semelhantes aos da presente pesquisa foram encontrados por SILVA et al. (2009), SILVA (2009), REDDY (1980), COSTA et al. (2009), ao avaliaram as exigências nutricionais de fósforo disponível para codornas em fase de crescimento. No entanto resultados discordantes foram observados por COSTA et al. (2007). COSTA et al. (2010), GARCIA et al (2000), verificando maiores teores de fósforo excretado, absorvido e nos ossos de codornas em

fase de crescimento. Este resultado pode ter ocorrido em virtude dos maiores níveis de fósforo utilizados nas rações.

#### **4 CONCLUSÃO**

Recomenda-se para codornas japonesas de 15 a 22 e de 23 a 29 dias de idade os níveis de 0,33 e 0,31% de fósforo disponível nas rações, o que corresponde a 42,57 e 52,55 miligramas por ave dia respectivamente.

No entanto, caso utilize ração única para o período de 15 a 29 dias de idade, recomenda-se 0,32% de fósforo disponível na ração, o que corresponde a 47,76 miligramas por ave dia

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREVES, G. & SCHRÖDER, B.; Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism, **Nutrition Research Reviews**, v.04, nº, p. 125-140, 1991.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L. de T.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D'A.; ARAUJO, M.S. de; MEDINA, P.; Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade), **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.de T.; MOURA, W.C.O.; REIS, R de S.; LEITE, CD.S.; MAIA, G.V.C; Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura, **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.2037-2046, 2007 (supl.).

COSTA, C.H.R; HOSODA, L.R.; LIPARI, C.A.; MAIA, G.V.C.; BARRETO, S.L.T.; Desempenho de codornas japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), após o pico de postura, alimentadas com dietas contendo cinco níveis de cálcio, **IN: Simpósio de Iniciação Científica da UFV**, Viçosa-MG, 2009 (CD-ROM).

COSTA, C.H.R; HOSODA, L.R.; LIPARI, C.A.; MAIA, G.V.C.; BARRETO, S.L.T.; Desempenho de codornas japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), após o pico de postura, alimentadas com dietas contendo cinco níveis de cálcio, **IN: Simpósio de Iniciação Científica da UFV**, Viçosa-MG, 2009 (CD-ROM).

GARZILLO, J.M.F. **Parâmetros biológicos utilizados na avaliação da biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos comerciais e em fosfatos de rocha**, faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, São Paulo-SP, 1996, 120 Pag. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

KESHAVARZ, K. Por que es necesario emplear la fitasa en la dieta de las ponedoras? **Indústria Avícola**, v. 46, n. 10, p. 13-14, Oct. 1999.

LEHNINGER, A. L. & NELSON, D. L. & COX, M. M. - **Princípios de Bioquímica**. São Paulo, Sarvier, 1995. Pag. 238.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 79p.

SAEG - **Sistema para análise estatística**, versão 8.0. Viçosa: Fundação Artur Bernardes, 2000.

SILVA, R.M. da; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E.; Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento, **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SMITH, O.B. & KABAJA, E.; Effect of high dietary calcium and wide calcium/phosphorus rations in broilers diets, **Poultry Science**, v.64, p.1713-1720, 1984.

VIEIRA, D.V.G.; **Níveis de cálcio e fósforo em dieta para codornas japonesas de 26 a 38 semanas de idade**, UFV, Viçosa-MG, 2009. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

## IMPLICAÇÕES

O alto custo dos insumos utilizados na alimentação animal exige cada vez mais, maior controle nos fatores de produção e nos custos de produtividade.

Nesse contexto, têm se buscado garantias para este quadro por meio do incremento da produtividade animal, com a utilização de práticas zootécnicas que visam reduzir os gastos com a exploração, ou seja, buscando reduzir seus custos. O fósforo encontra-se entre os nutrientes que causam significativo impacto ambiental e econômico.

Os manejos adequados das aves e dos programas de alimentação podem vir a reduzir a eliminação deste mineral, o que virá a beneficiar o meio ambiente diminuindo as quantidades de fósforo que será reciclado para as áreas de agricultura e de pasto e sem comprometer tanto o desempenho como a rentabilidade animal.

Por tanto, fica evidente o quanto é importante estudar os requerimentos nutricionais de fósforo para codornas japonesas. Vale lembrar que a importância de novas pesquisas que sejam voltadas para este assunto se dá principalmente por problemas econômicos, pois uma das principais razões é o fato desse mineral ser responsável por algo em torno de 60 a 70% do custo total das rações dessas aves.

Outro problema é que quanto maior for a biodisponibilidade do fósforo contido na fonte, maior será seu aproveitamento pelo organismo animal, no entanto, caso ocorra o contrário e a biodisponibilidade desse mineral seja baixa, seu aproveitamento pelo animal também será comprometido. É preciso deixar claro que suplementos minerais formulados com fontes de Fósforo de baixa biodisponibilidade expõem os animais às deficiências minerais, com consequentes quedas na produtividade.

Assim como o cálcio, existe um claro aumento das necessidades de fósforo absorvido pelo organismo em períodos de crescimento ou desenvolvimento, isso porquê a matriz óssea da ave encontra-se em plena formação e a sua carência pode causar além de debilidade muscular má formação óssea.

Os avanços técnicos trazidos por esta pesquisa se dá pela necessidade que se tem de dados regionais de exigências nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas, uma vez que, em sua maioria, os dados utilizados são de tabelas estrangeiras. Por exemplo, os dados de exigências nutricionais de fósforo disponível para codornas japonesas que foram utilizados nessa pesquisa foram retirados do NRC (1994).

Existe apenas um pequeno número de tabelas nacionais que tratam do assunto e esse é outro fator que se destaca nessa pesquisa, que é o fato de que são dados encontrados para nossa região, para nosso tipo de clima e principalmente para que sejam utilizados pelos produtores nordestinos que geralmente pagam caro por esse mineral uma vez que o mesmo vem das regiões Sul e Sudeste do país por não ser produzido ou extraído aqui no Nordeste o que provavelmente reduziria os custos deste mineral para nossa região.

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A**

### **METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISES LABORATORIAIS**

#### **1. RAÇÕES**

As rações foram coletadas logo após terem sido retiradas do misturador, em seguida foram moídas em moinho de bola, armazenadas em potes plásticos e acondicionadas em freezer para posterior análises laboratoriais.

Para que se procedessem as análises laboratoriais, as rações foram retiradas do freezer, descongeladas, secas em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram digeridas em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas a determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

#### **2. EXCRETAS**

As excretas foram coletadas diariamente, colocadas em sacos plásticos devidamente identificados com o número da gaiola, o tratamento, a repetição e a data da coleta. Os sacos plásticos foram armazenados em freezer para posterior análise laboratorial.

Para se proceder as análises de laboratório, as excretas foram removidas do freezer, acondicionadas em vasilhas de alumínio individuais e identificadas com o número da gaiola, do tratamento e da repetição, foram secas em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram moídas em moinho de bola, homogeneizadas para retirada de uma amostra significativa por gaiola e armazenadas em potes plásticos, em seguida foram digeridas em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas a determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

#### **3. OSSOS**

As aves foram abatidas por meio de deslocamento cervical e posterior sangria. Os ossos escolhidos para análise das quantidades de fósforo depositado foram as tíbias e os fêmures direitos e esquerdos de todas as aves, que foram dissecados cirurgicamente, com a utilização de bisturi e pinças,

evitando-se ao máximo injúrias nos mesmos. Após dissecados, os ossos foram limpos para remoção das cartilagens, armazenados em potes plásticos e acondicionados em freezer para posterior análise laboratorial.

Para se proceder as análises de laboratório os ossos foram removidos do freezer, descongelados, secos em estufa a 65°C por 24 horas, em seguida foram desengordurados em éter de petróleo por 24 horas em extrator Goldfish da TECNAL, em seguida foram secos em estufa a 105°C por 24 horas e moídos em moinho de bola e armazenados em potes plásticos. em seguida foram digeridos em solução à base de ácido nitroperclórico e submetidas a determinação das quantidades de fósforo por meio de espectrofotometria.

#### **4. PREPARO DAS AMOSTRAS**

Para se realizar a digestão nitroperclórica, foram pesados 250 mg da amostra seca e moída que foi colocada em tubo de digestão, foi adicionado 3 mL da solução de ácido nítrico + ácido perclórico, que foi sempre manipulada dentro da capela e com exaustor ligado. Em seguida, os tubos foram levados, com as amostras e a mistura ácida, ao bloco digestor, elevando a temperatura lentamente, com início em 80°C, aumentando gradativamente para 150°C, 180°C até chegar aos 220° C. O ponto ideal para as amostras pode ser identificado através da cor transparente das mesmas. Quando ficaram prontos, o material foi deixado dentro da capela ligada para esfriar e para que não contaminasse o ambiente do laboratório. O material foi retirado de dentro do bloco digestor, ainda dentro da capela e foi colocado água destilada nas amostras, aproximadamente 10 ml, com auxílio de uma pisseta, em seguida as amostras foram transferidas para uma proveta de plástico, que foi completada com água destilada até 25 ml. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro branco com tampa para as posteriores determinações.

#### **5. PREPARO DAS SOLUÇÕES**

**Solução Nítrico-Perclórica:** Colocou-se 600 mL de ácido nítrico + 300 mL do ácido perclórico em uma proveta de 1.000 mL, dentro da capela, obtendo-se um volume de 900 mL. Retirou-se a solução com o auxílio de um funil, despejando dentro do dispensador e a mesma foi guardada na prateleira.

**Molibdato de Amônio 5%:** Para o preparo utilizou-se 25 gramas para 500

mL. Colocou-se num becker de vidro 25 gramas do produto e aproximadamente 200 mL de água destilada e levou-se a solução ao fogo mexendo vagarosamente até que ficasse transparente, deixou-se esfriar um pouco dentro da capela. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 ml dentro da capela e foi guardada em frasco de plástico com tampa dentro da geladeira.

Metavanadato de Amônio 0,25%: Utilizou-se 1,25 gramas para 500 mL. Colocar num becker de vidro 1,25 gramas do produto e aproximadamente 200 mL de água destilada a solução foi levada ao fogo até dissolver tudo, foi mexendo de vez em quando e deixada para esfriar dentro na capela, foi acrescentado mais 175 mL de Ácido Nítrico numa proveta dentro ainda dentro da capela vagarosamente. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL dentro da capela e guardada em frasco de plástico com tampa dentro da geladeira.

Solução de Ácido Sulfúrico 10N: utiliza-se 28 mL de Ácido Sulfúrico e complete para 100 mL de água destilada. Pipetar 4 mL de ácido sulfúrico mais a solução desejada, em mL (descritas acima) e complete para 100 mL de água destilada.

## **6. ANALISE DE FÓSFORO (P)**

Para análise de fósforo deve-se pipetar 1 mL da solução digestora nitroperclórica mais 4 mL de água destilada e 2 mL da mistura Molibdato de Amônio + Metavanadato de Amônio e deixar em repouso por 5 minutos. A leitura do fósforo foi realizada através da utilização de um espectrofotômetro da TECNAL em onda de 420 nanômetros. O aparelho foi calibrado com água destilada onde a leitura zero é regulada pelo botão 0% e a 100 no botão 100%, depois foi realizada a leitura da amostra. A amostra em solução foi colocada na cubeta do aparelho e a mesma foi encaixada no aparelho para posterior leitura. Após a leitura, a cubeta foi lavada com água destilada retirando-se a amostra existente para que em seguida fosse realizada a leitura da amostra seguinte.

As leituras foram realizadas em transmitância e transformadas em absorbância e calculada a concentração de fósforo através da reta padrão e em seguida foi multiplicado por 0,1; obtendo assim, a concentração de fósforo em g / kg de MS.

## **7. CURVA PADRÃO**

Para montar a curva padrão precisa-se de um balão volumétrico de 100 mL. A solução padrão é de 1.000 ppm que deve ser transformada em 100 ppm, utiliza-se 10 mL da solução padrão, completando para 100 mL no balão volumétrico de água destilada. Acrescenta-se 4 mL de Ácido Sulfúrico 10N.

Todo o procedimento seguiu a metodologia descrita por QUEIROZ & SILVA (2005).

## APÊNDICE B

### RESULTADOS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA

Quadro 01. Quadro de análise de variância de consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar de 08 a 14 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	04	1,640558*	NS	0,2842371*
Resíduo	15	1,286028	NS	1,664337

\*=Significativo pelo F(P<0,05)

NS= Não significativo

Quadro 02. Quadro de análise de variância do fósforo consumido, do fósforo excretado, do fósforo absorvido e do fósforo nos ossos de 08 a 14 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		Consumo de fósforo	Fósforo excretado	Fósforo absorvido	Fósforo nos ossos
Tratamento	04	610,6037*	1,353562*	555,8204*	3,337063*
Resíduo	15	3,500000	29,16667	3,708333	8083,333

\*=Significativo pelo F(P<0,05)

Quadro 03. Quadro de análise de variância de consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar de 15 a 22 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	04	0,6591752*	19,93425*	0,2204036*
Resíduo	15	1,475473	0.1981667	17,71226

\*=Significativo pelo F(P<0,05)

Quadro 04. Quadro de análise de variância do fósforo consumido, do fósforo excretado, do fósforo absorvido e do fósforo nos ossos de 15 a 22 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		Consumo de fósforo	Fósforo excretado	Fósforo absorvido	Fósforo nos ossos
Tratamento	04	653,7805*	0,6274250*	614,2618*	3,131720*
Resíduo	15	3,133333	51,33333	3,583333	536,9333

\*=Significativo pelo F(P<0,05)

Quadro 05. Quadro de análise de variância de consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar de 23 a 29 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	04	222,6767*	11,22325*	0,2820704*
Resíduo	15	6,641500	7,166667	63,56734

\*=Significativo F(P<0,05)

Quadro 06. Quadro de análise de variância do fósforo consumido, do fósforo excretado, do fósforo absorvido e do fósforo nos ossos de 23 a 29 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		Consumo de fósforo	Fósforo excretado	Fósforo absorvido	Fósforo nos ossos
Tratamento	04	653,7805*	0,5929250*	615,0491*	2,667395*
Resíduo	15	3,133333	65,00000	2,980000	452,9333

\*=Significativo F(P<0,05)

Quadro 07. Quadro de análise de variância de consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar de 23 a 29 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	04	61,55444*	12,53769*	0,2478993*
Resíduo	15	1,666961	7,604167	27,03134

\*=Significativo F(P<0,05)

Quadro 06. Quadro de análise de variância do fósforo consumido, do fósforo excretado, do fósforo absorvido e do fósforo nos ossos de 15 a 29 dias de idade

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		Consumo de fósforo	Fósforo excretado	Fósforo absorvido	Fósforo nos ossos
Tratamento	04	2,435750*	576,7458*	614,6555*	2,899558*
Resíduo	15	1,616667	3,883333	3,281667	494,9333

\*=Significativo F(P<0,05)