

ALMIR FERREIRA DA SILVA

**Exigências de fósforo disponível para poedeiras  
comerciais após o pico de postura**

**RECIFE**

**PERNAMBUCO - BRASIL**

**2012**

ALMIR FERREIRA DA SILVA

**EXIGÊNCIAS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS  
APÓS O PICO DE POSTURA.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

Área de concentração: **Produção Animal.**

**Comitê de Orientação:**

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Wilson Moreira Dutra Jr.

**RECIFE**

**PERNAMBUCO – BRASIL**

**2012**

II

Ficha catalográfica

S586e Silva, Almir Ferreira da  
Exigência de fósforo disponível para poedeiras  
comerciais após o pico de postura / Almir Ferreira da Silva. –  
Recife, 2012.  
56 f. : il.

Orientador: Carlos Bôa-Viagem Rabello.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,  
Recife, 2012.

Inclui referências e apêndice.

1. Albúmen 2. Casca 3. Consumo de ração 4. Conversão  
alimentar 5. Desempenho 6. Gema I. Rabello, Carlos Bôa-  
Viagem, orientador II. Título

CDD 636

**ALMIR FERREIRA DA SILVA**

**EXIGÊNCIAS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS  
APÓS O PICO DE POSTURA**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 27/02/2012:

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia/DZ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria do Carmo M. Marques Ludke  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia/DZ

---

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia/DZ

---

Prof. Ph.D. Fernando Guilherme Perazzo Costa  
Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Zootecnia/CCA

**RECIFE**

**PERNAMBUCO – BRASIL**

**2012**

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu querido pai, Ademir Ferreira da Silva (Jogador) *in memoriam*, pelos ensinamentos e exemplo de caráter e personalidade. Eternas Saudades!

A minha querida mãe, Maria Tereza Santos da Silva, que através de seu amor e dedicação para a construção de uma educação digna, pude adquirir forças e conhecimentos para alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos, Ademir Júnior e Roberto Ferreira, pelo companheirismo, incentivo e total demonstração de confiança sobre a minha capacidade.

Aos amigos que estão sempre de prontidão para nos erguer nos momentos de dúvidas e incertezas, como também, nos momentos de alegrias, comemorando cada vitória como se fosse suas próprias conquistas.

**Dedico**

Ofereço a todo povo brasileiro que, dignamente através do seu trabalho, financiou essa pesquisa.

**Ofereço**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, presença constante em nossas vidas e acima de mostrando através do Espírito Santo, as mais valiosas forças do ser humano: paciência, gentileza, inteligência fortaleza e piedade.

A minha querida mãe, que jamais sem seu incentivo e exemplo de força e fé poderia estar descrevendo essas palavras de gratidão. Agradeço infinitamente pelo amor, paciência, dedicação e apoio. AMO VOCÊ.

Aos meus irmãos, Ademir Jr. e Roberto Ferreira pelo eterno significado em minha vida e por estarem sempre juntos nesta trajetória.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de abrir as portas para o caminho da ciência.

Ao Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello, por toda paciência, confiança, dedicação, responsabilidade, amizade, companheirismo, críticas, puxões de orelha, incentivos ao estudo, a busca incessante pelo conhecimento e, acima de tudo, os valiosos ensinamentos. Muito Obrigado!!

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por ter permitido a nobre realização do curso de Mestrado.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela disponibilidade das instalações para a execução dos experimentos e análises laboratoriais.

Ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao técnico responsável pelo laboratório de Química do Solo Wagner e a Prof<sup>ª</sup> Betânia, pela concessão das dependências e execução das análises laboratoriais.

À Profa. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pelas sugestões, contribuições com seus ensinamentos e, acima de tudo pelo exemplo de profissional que incentiva cada vez mais a necessidade de novas pesquisas.

Ao Prof<sup>º</sup> Wilson Moreira Dutra Junior pela confiança, ensinamentos e atenção desprendida.

Ao Prof<sup>º</sup> Ednardo Rodrigues de Freitas da Universidade Federal do Ceará pela execução de análises de resistência óssea, no qual, foram fundamentais para o embasamento deste trabalho.

Aos meus Professores da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Adriana Guim, Ângela Maria Baptista, Alexandre Carneiro, Francisco Carvalho, Marcílio Azevedo, Maria Lourdes, Mércia Virgínia, José Carlos Dubeux, que contribuíram para os ensinamentos da minha formação profissional e acadêmica.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Aos amigos da Equipe Rolando Lero adquiridos ao longo do curso de Pós Graduação, César Antunes, Camilla Roana, Cláudia Costa, Tayara Soares, Elaine Lopes e Thaísa.

Os amigos da Pós Graduação que não poderia deixar de esquecer Stela, Valéria Xavier, Adílio (Beré), Julliana, Tetty, Cláudio Parro, Luis Câmelo, Alcilene, Mônica Brainer, Cristiano, André Pimentel, Izaura, Soraya, Marcelo, Dorgival, Michel, Nataly.

Aos eternos amigos adquiridos ao longo da graduação: Guilherme Rodrigues, Rafael de Paula, Gabriel Santana, Felipe Lins, Rodrigo Barros, Andrezza Emanuela, Emanuelle Cordeiro, Francisco Cintra, Eduardo Bruno, Fredson Gonçalves, Anidene Cristina, Aleksander Adan, Denea Pires, Kelly Fragoso, Lucélia, Emanuelle Arruda, Rafael Acioly, Rafaela Leitão, Liliane

Ao grupo de estudo em Avicultura pela eterna contribuição e incentivo.

Aos estagiários que contribuíram enormemente para execução do experimento: Elaine, Felipe, Danielle e Patrícia.

Aos amigos, que ao longo da vida, nos mostram verdadeiras provas de resistência, sinceridade, respeito, admiração e carinho. A família que verdadeiramente a vida nos permite escolher: João Fortunato e Thiaguinho, juntamente com toda sua família, Jean Martins e sua esposa Julliana que sempre demonstraram total espontaneidade e sinceridade; Henrique, Dejalson, Biel, Anderson Santos, Cleidson (Jambo), José Lopes e entre outros que não caberiam apenas em um ou dois parágrafos.

Ao meu amigo irmão Rafael Aquino, que nem mesmo a força do tempo poderá nos afastar. Tivemos momentos de alegrias e derrotas, caímos e nos levantamos, choramos e sorrimos e hoje, estamos mais uma vez aqui, para compartilharmos mas esta conquista. **ADORO VOCÊ.**

A nova nobre presença em minha vida, Júlia pelas palavras de carinho, atenção e incomparável deposição de confiança em minha capacidade. Espero de hoje em diante, tê-la em todos o momentos da minha vida.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	IV
Referencial Teórico.....	8
Introdução.....	9
Fósforo .....	11
As funções do Fósforo e sua a importância .....	12
Relação Cálcio: Fósforo e Vitamina D.....	14
Fítato .....	16
Fontes de Fósforo.....	17
Exigências de Fósforo .....	18
Referências Bibliográficas.....	21
Capítulo 2 .....	24
Exigência nutricional de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura .....	24
Introdução.....	28
Material e Métodos .....	29
Animais, instalações e período experimental.....	29
Tratamentos e rações experimentais.....	30
Parâmetros Avaliados.....	31
Conclusões.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios das variáveis climáticas registrados no local do experimento referente ao período de junho a outubro de 2010.....	30
Tabela 2. Composição centesimal dos ingredientes e níveis nutricionais das rações experimentais para poedeira comerciais com 63 a 79 semanas de idade.....	35
Tabela 3. Médias acumuladas da produção média de ovos %, equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade.....	40
Tabela 4. Equações estimadas para os modelos Linear response plateau (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura. ....	42
Tabela. 5 Médias acumuladas da massa de ovos (g/ave/dia), equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade.....	43
Tabela 6. Equações estimadas para os modelos Linear response plateau (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura. ....	45
Tabela 7. Médias acumuladas da massa de ovos (g/g), equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade.....	46
Tabela 8. Médias acumuladas da massa de ovos (g/g), equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade.....	48
Tabela 9. Equações estimadas para os modelos Linear response plateau (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura ....	49
Tabela 10. Equações estimadas para os modelos Linear response plateau (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura. ....	50
Tabela de 11. Médias da qualidade de ovos de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível.....	52
Tabela de 12. Médias dos parâmetros ósseos de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível.....	51
Tabela de 13. Médias dos parâmetros ósseos de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível.....	52

# Capítulo 1

## **EXIGÊNCIAS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS APÓS O PICO DE POSTURA**

## **Introdução**

Nos últimos 30 anos, o Brasil alcançou grandes índices de produtividade na cadeia avícola, isto ocorreu em função dos ajustes realizados na estrutura de organização do sistema produtivo, o qual, colocou o país entre os mais competitivos do mundo nesta atividade. No entanto, os principais aspectos responsáveis por tal desenvolvimento foram o acesso a novas tecnologias disponibilizadas no mercado, assim como o trabalho realizado no ponto de vista genético e gerencial.

Dentre os produtos obtidos no segmento de produção da avicultura, o ovo *in natura* destaca-se por ser o único produto alimentar natural sem aditivos que, ao término de sua formação, encontra-se previamente embalado e pronto para o cozimento, representando uma das principais fontes nutricionais de origem animal com mais baixo custo para a alimentação humana. Sua composição apresenta elevada qualidade protéica, além de outros elementos indispensáveis para uma adequada nutrição como, por exemplo, as vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis e, alguns minerais como o ferro, fósforo e magnésio.

Em relação aos componentes que incidem sobre os custos de produção do quilograma do ovo, a ração é o item que ocupa maior proporção nesta parcela de gastos, perfazendo entre 65% a 70% do total dos custos. Entretanto, o trabalho realizado pelos nutricionistas é fundamental para otimizar a relação custo e benefício do produtor, ou seja, as dietas são formuladas com objetivo de garantirem o máximo desempenho produtivo com o mínimo de valor agregado às rações Braga et al. (2005).

Depois da energia e da proteína, o fósforo (P) é o nutriente mais caro nas rações para monogástricos, sendo objeto de estudo não apenas pela sua importância econômica e ambiental, mas por estar altamente relacionada com a taxa de crescimento e desenvolvimento ósseo, produção e a qualidade dos ovos.

O fósforo é um elemento que requer atenção especial na sua suplementação, pois quando administrado em excesso além de prejudicar a integridade das aves, reduz a disponibilidade de cátions bivalentes e a hidrólise do fitato Ballam et al., (1984). Contudo, o aumento da deposição de dejetos sobre as águas subterrâneas e continentais promove a poluição ambiental em função da grande proliferação de microorganismos patogênicos, podendo afetar tanto a saúde humana, quanto a dos animais.

Em função da reduzida oferta de fósforo (P) dos ingredientes de origem vegetal, são utilizadas como fonte suplementar nas dietas das aves, a fonte padrão de fósforo inorgânica e orgânica provenientes do fosfato bicálcico, ou farinhas de carne e ossos respectivamente Wu et al. (2006).

As exigências nutricionais de fósforo das aves podem ser afetadas pela linhagem, pela idade e pelo potencial genético Singh, (2008). Segundo Faria et al. (2000), ao estudarem a influência da idades de poedeiras Hy Line - W36 sobre o desempenho e qualidade interna e externa dos ovos, observaram que aves mais velhas apresentam valores inferiores de produção e conversão alimentar, porém com maior peso dos ovos quando comparados com aves mais jovens. De acordo com Lesson & Summers (2001); Silva et al. (2008), as recomendações dos níveis de fósforo disponível para poedeiras leves no período de postura, variam 0,15 até 0,50% .

A partir destas observações, têm-se verificado que alguns mecanismos que influenciam a mobilização e deposição, os processos de absorção de ortofosfatos em função da idade, não têm sido muito evidenciado por parte dos pesquisadores no momento de se estimar os valores de exigência nutricional.

Outras características podem interferir diretamente numa maior ou menor quantidade de nutrientes necessários para o melhor desempenho produtivo, entre elas, estão os fatores

antagônicos, as inter-relações entre os minerais que produzem precipitados insolúveis impedindo a passagem do mineral pela membrana da mucosa e, a possibilidade de uma série de componentes endógenos desfavoráveis à absorção.

Com isso, ao considerar a complexidade de fatores que envolvem a determinação das exigências pelas aves, principalmente, aqueles ligados ao desempenho produtivo, realizou-se um estudo com o objetivo de estimar o nível ideal de fósforo disponível para aves poedeiras que estejam em fase de pós pico de postura.

## **Fósforo**

O fósforo foi descoberto e isolado ainda no ano de 1669 por Brand na Alemanha, porém, os primeiros registros de trabalhos realizados com este composto surgiram por volta de 1809 na própria Alemanha, na França e, também na Inglaterra. Este elemento é caracterizado por ser um componente químico não-metálico, multivalente, de símbolo P, número atômico 15 e massa molecular de 30,975. Sua maior fração no organismo encontra-se em combinação com o oxigênio formando o ânion fosfato que, por sua vez, participa da constituição das membranas celulares, das fosfoproteínas, dos fosfolípidios e das moléculas de transferência de energia para as células na forma de ATP.

Na natureza, o fósforo pode ser encontrado nas jazidas minerais conhecida como Apatita Butolo (2002), cuja exploração tanto para fosfatos utilizados na alimentação animal, quanto para fertilizantes, torna-se de grande relevância para humanidade já que suas fontes são consideradas não renováveis.

O fósforo representa o segundo mineral mais abundante no organismo animal, com 80% do seu volume presente na matriz orgânica do osso em combinação com o cálcio sob a forma de hidroxiapatita, onde ambos são responsáveis pela rigidez das estruturas esqueléticas. Os 20% restantes, estão presente nas hemácias, nos tecidos musculares e

nervoso. Sua absorção ocorre no intestino delgado sob a forma de ortofosfato e a taxa com que é absorvido, depende de vários fatores reguladores como pH intestinal, nível de fósforo da dieta, relação cálcio:fósforo, vitamina D e outros minerais Hays & Swenson, (1988).

As diferenças quanto à disponibilidade biológica e coeficientes de digestibilidade do fósforo estão relacionadas principalmente com a sua origem, que pode ser tanto orgânica quanto inorgânica Dias (2006). De acordo Beterchini (2006) a disponibilidade encontrada no fósforo de origem vegetal depende do seu teor de ácido fítico, isto é, em média apenas 1/3 do conteúdo total analisado destes ingredientes está na forma disponível para o metabolismo. Segundo Conte et al. (2002) a quantidade de fitato é muito variável entre as espécies vegetais, afetando diretamente a biodisponibilidade deste nutriente, assim Borges (1997) afirma que esta biodisponibilidade do P em ingredientes como o milho é de 33%, do farelo de soja de 42% e do farelo de arroz de apenas 14%.

### **As funções do Fósforo e sua importância**

O fósforo devido às suas inúmeras funções biológicas é considerado o mais versátil dos elementos minerais. Pois, constitui um componente essencial para a formação e manutenção das estruturas ósseas, atua no metabolismo celular através da síntese de ácidos nucleicos e auxilia na manutenção osmótica e balanço ácido básico. Também, participa na formação dos fosfolipídios e no metabolismo de aminoácidos, além de estar envolvido na transferência de energia para as células na forma de trifosfato de adenosina (ATP) e ativador de sistemas enzimáticos Underwood (1981).

O consumo inadequado de fósforo pode acarretar vários problemas, entre eles está a redução no tamanho e produção de ovos, elevação dos índices de mortalidade assim como, grau de mineralização óssea inadequada, caso esteja abaixo da exigência na dieta. O

fósforo quando administrado em excesso, além de comprometer a saúde das aves, reduz a disponibilidade de cátions bivalentes e do fósforo fítico, promovendo a diminuição da hidrólise do fitato e um aumento da poluição ambiental através das excretas que atingem as águas dos rios, lagos e mananciais. O fósforo lixiviado do solo estimula o rápido crescimento de algas e reduz os níveis de oxigênio, comprometendo a vida aquática. A eliminação de fósforo nas fezes ocorre principalmente devido à ingestão de fósforo não disponível nos alimentos e o fornecimento de quantidades inadequadas desse mineral.

Algumas anormalidades em relação ao comportamento ingestivo dos animais podem ocorrer paralelamente quando são fornecidas dietas deficientes de fósforo como, por exemplo, a perda de apetite e o consumo de materiais indesejados como areia, madeiras e ossos. Este fenômeno é denominado de Osteofagia. Outras enfermidades como o Raquitismo e a Osteomalacia que são resultado de uma mineralização óssea inadequada em animais jovens e adultos respectivamente, também são proporcionadas pela carência de fósforo na alimentação.

Em galinhas poedeiras, a deficiência de fósforo atua diretamente sobre a produção e qualidade das cascas dos ovos, provocando redução nos índices produtivos e alteração nos parâmetros de espessura de cascas e problemas na eclodibilidade. Estes efeitos são exercidos em menor proporção quando comparados à atividade do cálcio, pois a exigência nutricional de fósforo (P) é inferior, e seu percentual na composição dos ingredientes de origem vegetal é relativamente superior em relação aos íons de cálcio Underwood (1983). Segundo De Lange et al.(1999), o metabolismo do fósforo é afetado pela relação de Ca:P da dieta e, portanto, é fundamental que a proporção deste nutriente esteja presente em quantidade suficiente para o atendimento das exigências nutricionais das aves. Estes autores ainda reportam que, para a adequada formação da estrutura óssea durante a fase de

SILVA, A. F. *Exigência de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura.*

crescimento, a concentração dos níveis de cálcio e fósforo nas dietas devem estar presentes na proporção 2:1 respectivamente. Tanto o excesso de cálcio, quanto o de fósforo podem afetar negativamente a disponibilidade de outros minerais e a qualidade da casca dos ovos Silversides et al. (2006).

### **Relação Cálcio: Fósforo e Vitamina D**

O equilíbrio nutricional do cálcio e o fósforo no organismo não dependem apenas da maneira que estão incluídos totalmente nas dietas, mas, também, como a presença de vitamina D e a forma como estes nutrientes estão disponíveis para a hidrólise no metabolismo, são essenciais para o bom desempenho das aves.

O cálcio, após ser ionizado com moléculas orgânicas, realiza funções importantes como transmissão de impulsos nervosos, atuação na manutenção e contração muscular, participação na ativação e estabilização de algumas enzimas e, também contribuindo como um elemento crucial da coagulação sanguínea.

O conhecimento dos níveis ideais de cálcio em cada fase do desenvolvimento da ave é de suma importância, pois, o excesso de cálcio na dieta pode interferir na disponibilidade de outros minerais, como o fósforo, magnésio, manganês e zinco, além de diluir outros componentes, além de tornar a dieta menos palatável Geraldo et al.( 2006).

As exigências nutricionais de cálcio e fósforo das aves variam em função da linhagem, da taxa de crescimento e da produção de ovos, a relação entre os minerais, o conteúdo de vitamina D, na proporção de fósforo que aparece ligado ao fitato, na temperatura ambiente e, por fim a densidade energética das rações utilizadas Underwood (1983).

Para galinhas poedeiras, a primeira fase do período de postura compreende entre o dia que se registra a maturidade sexual do lote de aves até aproximadamente 45 semanas de idade e, neste caso, o manual de manejo da linhagem Dekalb White recomenda que, níveis de 3,80 a 3,90% de cálcio e 0,44 a 0,48% de fósforo disponível sejam ideais para as frangas desenvolverem completamente seus ossos medulares. Ainda de acordo com o este manual, o período de produção II (após 45 semanas de idade) se estende até aproximadamente 80 semanas de idade. E, para esta fase, a ingestão diária de cálcio e fósforo disponível deve variar entre 3,90 a 4,10 gramas respectivamente. No entanto, estas informações ultrapassam os valores sugeridos por Rostagno et al. (2011), que sugerem que a exigência nutricional de Ca:Pd disponível para poedeiras leves seja na proporção de 12:1 ou 4,02 gramas de cálcio e 310 miligramas de fósforo.

Em relação à vitamina D, sua presença torna-se essencial para a absorção de cálcio no intestino e para o controle das concentrações séricas do fosfato. Todavia, a vitamina D encontra-se presente inativa nas células epiteliais e, somente após ser metabolizada no fígado e, posteriormente no rim é que a ela passa para a forma biologicamente ativa.

Primeiramente, o fígado hidroxila a molécula de vitamina D na posição C 25, e o rim subsequente hidroxila a molécula C 1 para produzir o composto ativo 1,25 dihidroxicolecalciferol D. A deficiência de cálcio nas dietas estimula a produção do paratormônio (PTH) que, por sua vez, promove o aumento da absorção e mobilização de cálcio pelos ossos através da síntese de vitamina D. A situação ocorre de maneira oposta, quando o animal dispõe de fósforo em excesso, isto é, a hidroxilação ocorre na molécula C 24 ao invés da C 1 pelos rins que leva a formação da forma inativa 24,25 - dihidroxicolecalciferol D. Quando há um decréscimo nas concentrações séricas deste mineral, ocorre a formação da forma ativa 1,25 - dihidroxicolecalciferol D pela hidroxilação da molécula C1 nos rins. À medida que as aves envelhecem, ocorre maior

mobilização de cálcio estrutural para atender as necessidades de formação da casca dos ovos, isto ocorre principalmente em galinhas poedeiras de alta produção, favorecendo a incidência de osteoporose Abe et al (1982).; Newman e Leeson (1997).

Estudos realizados sobre a capacidade de aves mais velhas em metabolizar a vitamina D têm mostrado que, embora possa haver níveis semelhantes de produção de 1,25 (OH) D entre os rins das galinhas mais jovens e os das aves mais idosas, as matrizes quando são submetidas a dietas com restrição de cálcio, promovem uma redução tanto na qualidade da casca dos ovos quanto os parâmetros de resistência óssea segundo Bar e Hurwitz (1987). Ainda neste trabalho os autores afirmam que, a atividade de 25-hidroxiilação realizada no fígado de galinhas velhas pode ser afetada não apenas pela idade, mas sim pela diminuição da capacidade do metabolismo em produzir níveis adequados de 1,25 (OH) D necessária para atender às exigências das aves

## **Fitato**

A alimentação dos animais monogástricos é basicamente composta de ingredientes de origem vegetal, porém o conteúdo de fitato fosfórico presente nestas matérias primas usadas nas formulações é bastante variável, afetando diretamente a biodisponibilidade do fósforo.

De acordo com o National Research Council (1994), o milho e o farelo de soja que são os alimentos convencionais usados nas dietas de aves e suínos e possuem percentagens de aproximadamente 0,28% e 0,65% de P total em suas composições respectivamente. Já, o farelo de arroz integral, por ser um alimento muito utilizado nas rações devido a sua ampla disponibilidade no mercado brasileiro, apresenta uma das maiores porcentagens de P total 1,67% segundo Rostagno et al. (2011), entretanto é um ingrediente que possui uma das menores taxas de disponibilidade de P, em função da presença do seu alto teor de fitato.

O fitato é a maior reserva de fósforo da planta. O ácido fítico é formado pela esterificação do álcool cíclico inositol com seis grupos de ácido fosfórico e o fitato é o duodeca-ânion do ácido fítico, o qual é chamado quimicamente de ácido-inositol-hexafosfórico, pois o mesmo reduz a disponibilidade do fósforo e forma complexos insolúveis com compostos orgânicos presentes nos alimentos, como por exemplo, as proteínas dietéticas e com cátions, tais como, o cálcio, cobre, zinco, magnésio, manganês e ferro presentes nos ingredientes utilizados, que adquirem resistência à digestão enzimática dificultando a utilização destes nutrientes pelas células.

### **Fontes de Fósforo**

Entre os compostos comumente disponíveis no mercado têm-se os fosfatos bicálcicos, fosfatos monocálcicos, fosfatos monoamônios e os fosfatos de rocha desfluorizada. As Farinhas de carne e ossos, também, são utilizadas como fonte de fósforo inorgânico. E entre os elementos citados, a principal fonte suplementar de fósforo utilizada nas dietas das aves é o fosfato bicálcico, o qual é extraído de jazidas minerais conhecidas como Apatita.

Trabalhos realizados por Rostagno et al. (2005) afirmam que a disponibilidade de fósforo do fosfato bicálcico é atribuído um coeficiente de 100% e, ainda são usados como fonte padrão para avaliar a biodisponibilidade de outros fosfatos.

Segundo Fernandes (1996), a variação na disponibilidade do fósforo em alimentos vegetais e em suplementos comerciais é bastante evidente, sendo de interesse econômico o conhecimento da disponibilidade destas fontes. Pois, o aprofundamento sobre o valor nutricional destas matérias-primas permite formular rações com mais seguranças para os animais e o meio ambiente.

O Fosfato Bicálcico provenientes de suplementos minerais encontra-se, primariamente numa forma bruta e, antes de torná-lo biodisponível para utilização nas rações para os animais, passa por transformações físicas e químicas. A rocha bruta é extraída da mina e, em seguida, quebrada em partículas até chegar um tamanho reduzido de 3cm de diâmetro. Para que ocorra a liberação dos minerais agregados, estas pedras são moídas a uma granulometria inferior a 0,5mm.

A etapa de beneficiamento é completada através da separação da apatita de outros minerais pelo processo de flotação. Posteriormente, o concentrado fosfático contendo 85% de apatita é solubilizado com ácido sulfúrico resultando na formação do ácido fosfórico que, por sua vez, é conduzido ao processo de purificação para serem removidos os elementos tóxicos como, o flúor, metais pesados e urânio. Por fim, o material purificado é colocado em reação com uma fonte de cálcio (cal ou carbonato) para dar origem ao fosfato bicálcico, segundo Butolo (2002).

### **Exigências de Fósforo**

Entre os compostos presentes nos alimentos responsáveis pela nutrição das células, os minerais representam a classe de componentes inorgânicos que são fundamentais no metabolismo animal, onde constituem em média de 3 a 4% do peso vivo das aves. Entretanto, o fósforo está classificado como um mineral que está altamente relacionado com a produção e a qualidade dos ovos e, também por participar de funções metabólicas essenciais no organismo.

As necessidades de fósforo estão sujeitas a muitas variáveis, entre elas estão as contribuições de cálcio e da vitamina D. No entanto, a idade da aves também pode ser considerado um fator que interfere sobre as exigências nutricionais, pois aves em final de criação, por exemplo, podem aumentar o aproveitamento do fósforo complexado ao ácido

fítico, em consequência da reduzida presença de atividade enzimática do sistema digestivo, segundo Laurentiz et al. (2007).

A alta produção de ovos permite que as exigências de fósforo seja elevada proporcionalmente em relação aos valores encontrados no ovo, sendo de aproximadamente 120 miligramas Underwood (1983). Isto ocorre devido ao aumento do catabolismo de fósforo e as perdas associadas com a produção de ovos. Contudo, é importante considerar as condições de criação, manejo, instalações e temperaturas elevadas, pois estes componentes também, incidem diretamente sobre as necessidades de fósforo, ou seja, promovem a redução do consumo de ração e, conseqüentemente o declínio no desempenho geral das aves.

Sakomura et al. (1995) não observaram efeitos sobre a produção de ovos, conversão alimentar e peso médio dos ovos com aves alimentadas com diferentes níveis de fósforo, porém a redução do consumo em função do aumento da temperatura ambiente causou perda de peso das aves que consumiram dietas com níveis de até 0,20% de Pd. Ainda neste trabalho, os autores determinaram que a estimativa de fósforo para estas aves em fase de produção está em torno de 0,34% e que, estas exigências podem ser reduzidas com avanço da idade.

Trabalhos realizados por Van der Klis et al. (1996); Boling et al. (2000) demonstraram que a suplementação de 150 a 200 miligramas, ou seja, 0,15 a 0,20% de Pd na dieta tem sido suficiente para manter desempenho adequado das aves. No entanto, Silva et al (2008), estudando diferentes relações cálcio:fósforo para poedeiras semi-pesadas concluíram que para ser obter um bom desempenho produtivo, o nível de 0,38% ou 380 miligramas de fósforo disponível seja recomendável para se obter uma adequada suplementação.

Choi et al. (1979) concluíram que a galinha poedeira mantém um nível de fósforo plasmático proporcional ao conteúdo de fósforo na dieta até certos limites. Porém, os níveis de fósforo plasmático reduzem significativamente quando as aves são submetidas a dosagens abaixo dos valores normalmente administrados.

Estudos realizados por Keshavarz (2000) utilizando galinhas poedeiras com 42 a 54 semanas de idade, relata que os níveis entre 0,20 e 0,30% de Pd não afetaram a produção e as características da qualidade das cascas dos ovos, sugerindo um consumo diário abaixo do nível recomendado pelo NRC (1994) de 250 mg/ave/dia. Neste mesmo trabalho, utilizando as mesmas aves, sendo na fase de 54 a 66 semanas de idade, o autor afirma um nível ideal de 0,15% de P para alcançar o melhor índice de gravidade específica dos ovos, no entanto, foi observada uma redução significativa sobre os índices produtivos. Porém, Summers et al. (1995) observou redução na produção de ovos após 32 semanas de idade, usando dietas com 0,20% de fósforo disponível.

Atualmente, os trabalhos realizados para estimar níveis adequados de fósforo disponível nas dietas apresentam grandes controvérsias, provavelmente isto ocorre por não levarem em consideração a idade da ave, já que estas respondem melhor com níveis mais altos no início do ciclo de produção e níveis menores no final.

Diante deste aspecto, o presente estudo tem a proposta de estimar a exigência de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura.

## Referências Bibliográficas

ABE, E.; HORIKAWA, H.; MASUMURA, T.; SUGAHARA, M.; KUBOTA, M.; SUDA, T. Disorders of cholecalciferol metabolism in old egg-laying hens. **The Journal of Nutrition**, v.112, n.3, p.436–446, 1982.

BALLAM, G. C., NELSON, T. S. and KIRBY, L. K. Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick. **Poultry Science**, v.63, n.2, p.333–338, 1984.

BAR A., HURWITZ, S. Eggshell quality, medullary bone ash, intestinal calcium and phosphorus absorption and calcium-binding protein in phosphorus-deficient hens. **Poultry Science**, v.63, n.10, p.1975-1979, 1984.

BERTECHINI, A. G. *Nutrição de monogástricos.* Lavras: UFLA, 2006. 301p.

BOLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; JOHNSON, M. L.; WANG, X.; PARSONS, C. M.; KOELKEBECK, K. W.; ZIMMERMAN, R. A. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. **Poultry Science**, v.79, n.2, p.224-230, 2000.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, v.2, n.20, p.5-30, 1997.

BORRMANN, M. S. L.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, O. B. L. Efeitos da adição fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.

BRAGA, C. V. P.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; CARVALHO, L. E.; SOUZA, F. M.; BASTOS, S. C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.76-80, 2005.

BUTOLO, J. E. *Qualidade dos Ingredientes na Alimentação Animal.* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. 2002. 432p..

CHOI, J. H.; MILES, R. D. and HARMS, R. H. The response of serum inorganic phosphorus level in laying hens fed low levels of dietary phosphorus. **Poultry Science**, v. 58, n.2, p.416 - 418, 1979.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIGUEIRÊDO, A. V.; VITTI, D. M. S. S.; FILHO, J. C. S. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo do farelo de arroz em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.4, p.547-552, 2002.

De LANGE, K.; NYACHOTI, M.; BIRKETT, S. Manipulation of diets to minimize the contribution to environmental pollution. **Advances in Pork Production**, v.10, p.173-186, 1999.

DIAS, R. S. Estudos do metabolismo do fósforo utilizando modelos matemáticos. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; SAKOMURA, N. K.; SANTANA, A. E. Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e qualidade de casca de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 29, n.2, p.458-466, 2000.

FERNANDES, J. I. M.; Fósforo disponível para frangos de corte em fosfato de uso agrícola. 1996. 171p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

GERALDO, A.; BETERCHINI, A. G.; BRITO, J. A. G.; KATO, R. K.; FASSANI, E. D. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.113-118, 2006.

GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; ALBINO, L. F. T.; FIALHO, F. B.; LIMA, G. J. M. M. L.; FIGUEIREDO, E. A. P. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.615- 622, 1994.

KESHAVARZ, K. Nonphytate phosphorus requeriment of laying hens with and without phytase on a phase feeding program. **Poultry Science**, v.79, n.5, p.748-763, 2000.

LAURENTIZ, A. C.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; ASSUENA, V.; CASARTELLI, E. M.; COSTA, R. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p.207-216, 2007.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. Commercial poultry nutrition. University Books, 1997, 350p.

LIMA, I. L. - Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte. 1995. 121p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of poultry. Washington: National Academy Press. 1994, 155p.

NEWMAN, S., and LEESON, S. Skeletal integrity in layers at the completion of egg production. **World's Poultry Science**, v.53, p.265-277, 1997.

OWINGS, W. J.; SELL, J. L.; BALLOUN, S. L. Dietary phosphorus needs of laying hens. **Poultry Science**, v 56, n.6, p.2056 -2066, 1977.

RAMA RAO, S. V.; REDDY, V. R.; REDDY, V. R. Non-phytin phosphorus requirement of commercial broilers and White leghorn layers. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, n.1, p.1-10, 1999.

ROSTAGNO, H. S.; Tabela Brasileira de Aves e Suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa,:UFV, 2005, 184p.

SILVA, A. F. *Exigência de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura.*

ROSTAGNO, H. S.; Tabela Brasileira de Aves e Suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais, Viçosa: UFV, 2011, 184p.

SAKOMURA, N. K.; SERAFIM, G. S.; PINHEIRO, J. W.; RESENDE, K. T.; JUNQUEIRA, O. M. Exigência nutricional de fósforo para galinhas poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.936-951, 1995.

SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; GOULART, C. C.; COSTA, F. G. P.; SAKOMURA, N. K.; MARTINS, T. D. D. Relação cálcio:fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2166-2172, 2008.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A.; KORVER, D. R.; AFSHARMANESH, M. and HRUBY, M. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheatbased diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, v.85, n.2, p.297-305, 2006.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, n.8, p.1240-1245, 2001.

SINGH, P. K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: A review. **World's Poultry Science**, v.64, p.553-580, 2008.

SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-line W36 hens. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.75-83, 2002.

SUMMERS, J. D. Reduced dietary phosphorus levels for layers. **Poultry Science**, v.74, n.12, p.1977-1983, 1995.

TORRES, A. P. – Alimentação e nutrição de aves domésticas. São Paulo: Nobel. 1979. 324p.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F., The mineral nutrition of livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureal, 1981, 174p.

VAN DER KLIS, J. D.; VERSTEEGH, H.A. J; SIMONS, P. C. M. Natuphos symposium phosphorus and calcium management in layers. Atlanta, p 71-82, 1996

WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M. M. and ROLAND, D. A. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.64-79, 2006.

## **Capítulo 2**

Exigências de fósforo disponível para  
poedeiras comerciais após o pico de postura

## **Exigência de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura**

### Resumo

Com o objetivo de estimar a exigência nutricional para galinhas poedeiras em pós pico de postura, conduziu-se um experimento utilizando 180 poedeiras comerciais da linhagem Dekalb White com 64 semanas de idade. O experimento teve duração de 112 dias, sendo com a avaliação em 16 semanas de avaliação, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, composto de cinco níveis de Pd (0,14; 0,22; 0,30; 0,38; 0,46%) e seis repetições de seis aves. As características de desempenho experimental e qualidade dos ovos avaliadas foram: o peso e a massa de ovos, a percentagem de postura, o consumo de ração, a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, a gravidade específica, os pesos e as percentagens de albúmen, gema e casca. Em relação aos parâmetros ósseos, foram analisados os percentuais de cinzas e fósforo, além de sua resistência à quebra. Para a determinação da exigência de fósforo disponível, aplicaram-se os modelos de regressão polinomial quadrático, *Linear Response Plateau* (LRP), assim como a combinação de ambos. Contudo, analisando os índices de produção e massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos e a conversão alimentar por dúzia para o modelo quadrático, estimaram-se as exigências de fósforo disponível entre 0,34% a 0,36%. Por outro lado, a qualidade dos ovos não apresentou efeito significativo diante da suplementação Pd, com exceção apenas da gravidade específica e das percentagens de albúmen e casca que, por sua vez, ajustaram-se pelo ponto de mínima da equação. Considerando as características ósseas, observou-se que os níveis entre 0,36 e 0,38% de Pd reduziram a concentração de cinzas e elevaram a proporção de fósforo na matriz óssea. No entanto a resistência à quebra das mesmas não foi afetada pelos tratamentos. Portanto, recomenda-se que a exigência de fósforo disponível para poedeiras em fase de pós pico de postura seja de 0,34% de forma que não haja comprometimento à produção, à qualidade dos ovos e nos parâmetros ósseos.

**Palavras-chave** - Albúmen, conversão alimentar, consumo de ração, desempenho, casca, gema.

## **Nutritional Requirement of available phosphorus for laying hens post-peak production**

### **Abstract**

With of objective to esteem the requirement and effects from levels phosphorus available about performance, quality to eggs and bone characters, Besides the need to evaluate the ideal period for expression of biological responses of birds due to the hypothesis tested, was conducted an experiment with 180 Dekalb White hens to laying hens post-peak production (64 week of age). The assay lasted for 112 days, using the completely randomized design, consisting of five treatments (five levels of available phosphorus: 0.14, 0.22, 0.30, 0.38, 0.46%) and six replicates of six hens. The performance and egg quality parameters were evaluated: egg production (%), feed intake (g), egg mass (g/birds/day), feed conversion ratio (g:g and g:dz), egg weight (g), yolk weight (g), albumen weight (g), shell weight (g), percentages of yolk (%), shell (%) and albumen (%) and egg specific gravity (g/l). In relation the bone characters, we analyzed the percentage of ash and phosphorus, as well as its resistance to breakage. To determine the optimum level of available phosphorus in the diet, the results were submitted to polynomial regression analysis. However, the estimates of available phosphorus for production and egg mass of, feed conversion by gram and by dozen of eggs varied from 0.32% to 0.36%. For eggs quality parameters had no effect, only for eggs specific gravity and percentage of shell and albumen howed quadratic behavior, presenting to estimate of 0,32%. Considering the bone parameters, it was observed that the levels between 0.36 and 0.38% Pd reduced the concentration of ash and increased the proportion of bone matrix phosphorus respectively. However the strength and the breaking of them were not affected by treatments. Therefore, it is recommended that the requirement of phosphorus available to hens in post peak position is from 0.32% so that there is no impairment in the production, egg quality and bone parameters.

**Key-words:** albumen, feed conversion, feed intake, performance, shell, yolk.

## **Introdução**

Entre os aspectos que estão envolvidos na relação custo benefício da produção de ovos, a ração é o item que pode ser considerado o componente que mais exerce influência sobre o preço do produto que chega ao consumidor final. Isto acontece, não apenas pela grande demanda por alimentos do plantel efetivo de aves, mas, também, pela sazonalidade encontrada nos ingredientes utilizados na composição das formulações no momento da aquisição.

Segundo Roland (1998) para se obter uma boa nutrição é necessário que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes e, neste contexto os minerais representam grande importância para o desempenho das aves, pois são responsáveis por estarem envolvidos em todos os processos bioquímicos corporais. No entanto, entre os ingredientes mais utilizados nas rações, é possível observar que os grãos de cereais e os farelos de sementes oleaginosas, por exemplo, apresentam aproximadamente 70% do P na forma de fitato (P fítico), sendo esta a principal fonte natural P no alimento animal Casey e Walsh (2004).

O consumo inadequado de fósforo pode acarretar vários problemas, entre eles destaca-se a redução na produção e no tamanho dos ovos, elevação dos índices de mortalidade assim como, o comprometimento do grau de mineralização óssea provocando a síndrome da fadiga em galinhas criadas em gaiolas, caso os níveis dietéticos de fósforo estejam abaixo da exigência.

Vários trabalhos têm demonstrado a possibilidade de reduzir os níveis de fósforo nas rações em comparação às estimativas encontradas nas tabelas de exigência. Porém, estes valores sugerem que as recomendações para galinhas poedeiras sejam baseadas nas exigências de fósforo por g/ave/dia. Rostagno et al.(2011) estimam um consumo de 300

mg/ave/dia de Pd para aves poedeiras manterem um ótimo desempenho produtivo, enquanto que a recomendação mais preconizada pelos manuais de manejo das linhagens comerciais encontra-se em média de 440 mg/ave/dia.

As exigências de Pd para poedeiras leves apresentam variações em relação ao longo do seu período produtivo, pois em grande parte das fontes de publicação que enaltecem os valores de consumo diário de nutrientes revelam que, as estimativas variam de 0,15 até 0,50% segundo Leeson & Summers (2001); Silva et al., (2008).

Com isso, o presente estudo tem por objetivo determinar a exigência de fósforo disponível para aves poedeiras em fase de pós pico de postura como também, o tempo ideal para obter estabilidade das respostas biológicas aves em função dos tratamentos.

## **Material e Métodos**

### **Animais, instalações e período experimental.**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa com Aves – LAPAVE pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE que, por sua vez, está situado no município de Recife. Este município está delimitado às margens do oceano Atlântico, localizado na região litorânea do Estado de Pernambuco, a uma altitude de 4m em relação ao nível do mar, apresentando como coordenadas geográficas 8°03'14'' de latitude e 34°52'52'' de longitude, segundo os dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE (2010).

O período experimental ocorreu entre os meses de Junho a Outubro de 2010, tendo como duração um período de 112 dias, sendo divididos em dezesseis semanas. Foi utilizado um plantel de 180 galinhas poedeiras leves da linhagem Dekalb White em pós pico de postura, ou seja, as aves estavam com 63 semanas de idade apresentando um peso médio de 1,460 kg.

Para uniformizar a distribuição dos tratamentos, as aves foram pesadas individualmente para avaliação do peso médio, e assim poder distribuí-las de forma que todas as parcelas tivessem peso semelhante. Diante disso, adotou-se uma variação de 5% em relação ao peso médio das aves, eliminando-se as mais leves e mais pesadas. Para controlar as diferenças em relação à produção, um acompanhamento diário sobre este parâmetro foi realizado em cada umas das parcelas por um período de 15 dias, de forma que aves fossem alojadas utilizando o mesmo critério do peso corporal das aves.

Durante o período experimental, tanto a temperatura (Máxima e Mínima), quanto a umidade relativa do ar foram monitoradas por meio de um termo-higrômetro digital instalado na região central do galpão. O monitoramento foi realizado através do registro feito em dois horários do dia (9h e 17h). Na Tabela 1 encontram-se as médias das temperaturas mínimas e máximas médias, assim como os valores médios da umidade relativa do ar.

Tabela 1. Valores médios das variáveis climáticas registrados no local do experimento referente ao período de junho a outubro de 2010 utilizando galinhas poedeiras comerciais com idade entre 64 a 79 semanas de idade.

Variáveis climáticas	Idade em semanas														
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	79
T° Mín, °C	22,8	22,3	21,7	20,7	21,5	20,3	21,6	22,3	22,5	22,9	23,5	23,9	23,0	24,2	24,0
T° Máx, °C	30,8	29,0	29,2	28,4	30,1	29,2	29,2	30,0	29,7	29,2	29,2	31,5	31,9	31,6	33,9
U.R Mín., %	66,4	62,1	60,0	58,9	61,4	53,0	56,9	50,3	45,8	49,8	49,0	45,7	39,7	45,4	42,3
U.R. Máx, %	98,9	98,6	99,0	99,0	98,9	98,4	98,7	94,4	88,7	89,0	85,7	82,8	84,2	77,2	90,0

T°: Temperatura; U.R: Umidade relativa; Mín: Mínima; Máx: Máxima

As gaiolas utilizadas enquadravam-se aos modelos convencionais de produção, com dimensões de 1,00 x 0,40 x 0,45cm apresentando uma densidade média de 562,5 cm<sup>2</sup>/ave.

O programa de iluminação adotado correspondeu a um total de 17 horas de luz (natural + artificial) utilizando lâmpadas fluorescentes de 40 W. A ração foi distribuída

manualmente pela manhã e à tarde em comedouros tipo calha, e a água disponível para consumo foi fornecida à vontade em bebedouros automáticos tipo copinho, no qual foram mantidas livres de contaminações através de cloração. A quantidade de ração para consumo semanal foi pesada com base no consumo médio em quantidades suficientes para semana, e o armazenamento da mesma ocorreu em baldes plásticos.

### **Tratamentos e rações experimentais**

As aves foram distribuídas de acordo com delineamento inteiramente casualizado, constituído de cinco níveis de fósforo disponível (Pd), como sendo: 0,14; 0,22; 0,30; 0,38; 0,46% e seis repetições de seis aves. A fonte de fósforo utilizada como suplementação nas rações foi o fosfato bicálcico que apresentava em sua composição 24,5% de Cálcio e 18,5%, sendo o Fósforo com percentagem de 100% de disponibilidade. Os níveis de cálcio foram corrigidos através da adição do calcário calcítico, de forma que cada dieta permanecesse isocálcicas, e para o correto balanceamento das rações, foi sendo acrescentado o inerte em função da diminuição dos níveis de fósforo das dietas

Para determinação da exigência nutricional do Pd, uma dieta referência (Tabela 2) foi elaborada com base nos ingredientes milho e farelo de soja seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), para atender as necessidades de nutrientes, com exceção do elemento Fósforo, que apresentou variação em cinco níveis crescentes na composição das rações. A definição dos tratamentos foi obtida através de uma dieta com a menor demanda de fósforo e as demais sendo acrescentados níveis maiores de suplementação, onde foram constituídos cinco níveis de Pd.

Tabela 2. Composição centesimal dos ingredientes e níveis nutricionais das rações experimentais para poedeira comerciais com 63 a 79 semanas de idade.

Ingredientes	Níveis de Fósforo Disponível (%)				
	0,14	0,22	0,3	0,38	0,46
Milho Grão	60,52	60,52	60,52	60,52	60,52
Farelo de Soja	25,26	25,26	25,26	25,26	25,26
Óleo de Soja	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Fosfato Bicálcico	0,235	0,668	1,100	1,533	1,965
Calcário Calcítico	10,059	9,780	9,500	9,221	8,942
Sal Comum	0,478	0,505	0,505	0,505	0,505
Inerte	1,000	0,850	0,690	0,540	0,387
DL-Metionina 99%	0,300	0,241	0,241	0,241	0,241
Vitini-Aves	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-lisina-HCL 78,8%	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
Bacitracina de Zinco	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
<b>Composição Calculada</b>					
Energia Metabolizável Mcal/kg	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína Bruta, %	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
Cálcio, %	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
Fósforo Disponível, %	0,14	0,22	0,3	0,38	0,46
Metionina + Cistina Digestível, %	0,731	0,731	0,731	0,731	0,731
Metionina Digestível, %	0,402	0,402	0,402	0,402	0,402
Lisina Digestível, %	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803
Ácido Linoléico, %	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Sódio, %	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico e Mineral - Composição por quilograma do produto: Vitamina A: 8.000.000 UI; Vitamina D3: 2.000.000 UI; Vitamina E: 15.000 mg; Vitamina K3: 1.060 mg; Vitamina B2: 4.000 mg; Vitamina B6: 1.000 mg; Vitamina B12: 10.000 mcg; Niacina: 19.800 mg; Ac. Pantotênico: 5.350 mg; Ácido Fólico: 200 mg; Manganês: 32.500 mg; Zinco: 50.000 mg; Ferro: 20.000 mg; Cobre: 4.000 mg; Iodo: 1.500 mg; Selênio: 250 mg; Cobalto: 200 mg; Antioxidante: 100.000 mg; Veículo q.s.q.:100g

## **Parâmetros Avaliados**

### **Desempenho**

Ao final de cada sete dias, todas as sobras de ração foram recolhidas dos comedouros e dos baldes de armazenamento para serem pesados e, assim poder realizar o controle para os cálculos do consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovos e conversão alimentar por massa de ovos. A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada através da relação entre o consumo de ração e massa de ovo produzida e, a conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividido pela produção, sendo esse resultado multiplicado por doze.

Com relação à produção de ovos durante a execução do experimento, todos ovos eram sempre coletados no mínimo três vezes no período da manhã e tarde e, por sua vez, todos eram acondicionados em bandejas devidamente identificadas com o respectivo tratamento e repetição. Ao final do dia, as amostras de ovos das parcelas experimentais eram pesadas individualmente para a realização dos cálculos do percentual de postura, massa total de ovos produzida e o peso médio por parcela. Os valores da massa de ovos foram obtidos através da fórmula:  $MO \text{ (g/ave/dia)} = \text{Postura (\%)} \times \text{Peso do ovo (g)/100}$ .

### **Qualidade dos Ovos**

Para avaliação da qualidade dos ovos, eram realizadas coletas nos três últimos dias antes do encerramento de cada quatro semanas, sendo dois ovos por parcela, ou seja, trinta e seis ovos por tratamento. Esses ovos eram identificados de acordo com as devidas parcelas, e depois encaminhados ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE para serem pesados um a um em balança analítica de precisão. As análises qualitativas foram: gravidade específica, peso da gema, peso da clara e peso casca. Sendo calculados também, os índices qualitativos de percentagens de gema, casca e albúmen.

Inicialmente pesaram-se os ovos individualmente em balança digital com precisão de 0,01 gramas e, posteriormente se realizou a gravidade específica pelo método de imersão em solução salina (ISS) em densidades que variaram de 1,065 a 1,095 com intervalos de 0,005 calibrados com decímetro. Os ovos eram mergulhados sequencialmente nos baldes que apresentavam soluções de menor para a de maior densidade e, na solução em que o ovo flutuasse era determinada a respectiva gravidade específica. A classificação atribuída ao ovo com melhor qualidade de casca era em função daquele que flutuasse em soluções com maiores densidades. Para determinação da altura do albúmen, os ovos foram quebrados sob a superfície plana do micrômetro e sua leitura procedia-se na região próxima à chalaça. As cascas foram lavadas e secas em estufas de ventilação forçada a uma temperatura de 55° C por 24 horas e, em seguida pesadas em balança de precisão digital. O percentual de casca foi obtido pela relação do peso do ovo com o peso da casca seca.

### **Parâmetros Ósseos**

No final do último ciclo, quando as aves completaram 79 semanas de idade, uma ave por parcela experimental foi sacrificada por meio de deslocamento da cervical para a determinação dos teores de cinzas, fósforo e avaliação da resistência a quebra através da retirada das tíbias esquerdas e direitas, respectivamente. Logo após o abate, todo material coletado foi dissecado com a utilização de bisturi e pinças e, limpos com remoção de toda cartilagem, armazenadas em potes plásticos e acondicionadas em freezer para posterior análises laboratoriais.

As análises laboratoriais iniciaram com desengorduramento das amostras através do método extração GOLDFISH, onde se utilizou o Hexano como solvente extrator de gordura e, depois para facilitar a manipulação e elevar a área de superfície de contato do material com processamento, as amostras foram trituradas em moinho de bola para serem acondicionadas novamente em potes de plástico de acordo com cada repetição.

Para proceder com a digestão das amostras, foram pesados 250 mg de amostra seca e moída e colocadas em tubo de digestão, sendo adicionados 3 ml da digestora (ácido nítrico + ácido perclórico) na proporção 2:1 que, por sua vez, foi sempre manipulada dentro da capela e com exaustor ligado. Em seguida, os tubos foram levados ao bloco digestor e processo iniciado a uma temperatura de 80° C, aumentando-se gradativamente para 150°, 180° até chegar a 220° C. O ponto ideal para as amostras pode ser identificado através da cor transparente das mesmas. Quando ficaram prontos, os materiais foram deixados dentro da capela ligada para esfriar e para que não contaminasse o ambiente do laboratório. Todo material foi transferido para uma proveta e acrescentada água destilada até um volume 50 ml, no qual foram filtradas e armazenadas em frascos de plástico para realização das determinações.

Para o preparo da solução Nítrico - Perclórica colocou-se 600 ml de ácido nítrico + 300 ml de ácido perclórico em uma proveta de 1000 ml, dentro da capela, obtendo-se um volume de 900 ml, onde foi acondicionado em vidro âmbar.

As análises de verificação à resistência à quebra e deformidade óssea foram determinadas no laboratório da Universidade Federal do Ceará com os ossos na forma *in natura* e com auxílio de uma prensa mecânica. Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira e depois aplicada uma força no centro de cada osso. A quantidade máxima de força aplicada no osso antes da sua ruptura foi considerada a resistência

### **Análises Estatísticas**

As exigências de fósforo disponível foram determinadas utilizando o programa de estatística computacional - SAS 9.0 (Statistical Analysis System - 2009). Os dados de desempenho produtivo foram avaliados semanalmente e, as médias obtidas para cada parâmetro foram analisadas de forma acumulada ao longo das dezesseis semanas de

experimento. Todos os resultados, além de terem sido submetidos às análises de variância para realizar o desdobramento dos tratamentos, eles foram ajustados por meio dos modelos *linear response plateau* (LRP) e/ou quadrático e quando possível o ajuste para ambos os modelos, onde estimou-se o nível ótimo pela interseção da equação quadrática com o platô

## **Resultados e Discussão**

### **Desempenho**

Todas as variáveis de desempenho estudadas, com exceção do consumo de ração (Tabela 3) e peso dos ovos, ao longo de todo período experimental, foram afetadas pelos tratamentos. Entretanto, os resultados indicaram que os diferentes níveis de Pd nas dietas proporcionaram respostas tanto para o modelo *linear response plateau* (LRP) quanto para os modelos de resposta quadráticas, como também, apresentaram efeito quando comparado ao ajustamento da combinação de ambos. Com isso, é possível observar nas tabelas os valores médios das variáveis e as equações que descrevem as estimativas ao longo das semanas de observação.

Para a variável de consumo de ração, vale ressaltar que nas duas primeiras semanas de avaliação, conforme podem ser vistas na Tabela 3, as aves consumiram aproximadamente 12g abaixo da média observada quando comparada as demais semanas experimentais. Isto pode estar correlacionado ao passo das aves estarem ainda em fase de adaptação às rações testes, pois o período pré-experimental de duas semanas não foi suficiente para promover a regulação de consumo das aves. De maneira geral, conclui-se que as aves apresentaram um consumo semelhante ao estabelecido pelo Manual de Manejo de Poedeiras Dekalb White, o qual indica um consumo variando de 105 a 107 g/ave/dia para aves com idade entre 63 a 79 semanas. Os resultados deste estudo corroboram as informações descritas por Machado et al. (2010), que avaliando o efeito dos níveis de Pd



Com relação à temperatura ambiente e à umidade relativa do local do experimento, ambos apresentaram variações ao longo do período de avaliação, porém estas variáveis climáticas não foram suficientes para influenciarem o consumo de ração. A temperatura teve uma amplitude de aproximadamente 4°C entre a primeira e a última semana, sendo registrado um aumento de 25,4° para 29°C respectivamente. Por outro lado, houve uma redução gradativa de 10,3% percentuais sobre umidade relativa durante o mesmo período de execução do experimento, onde os resultados variaram de 76,5% para 66,2%.

Este fenômeno coincide com a transição ocorrida entre as estações do ano durante o desenvolvimento do protocolo experimental, pois apesar da região apresentar a características de clima quente e úmido por todo ano e com poucas oscilações nas temperaturas, entre os meses de Julho a Outubro ocorreram amplitudes tanto para as temperaturas quanto para a umidade relativa. Neste caso, a semelhança observada no consumo de ração pode estar relacionado ao fato das dietas experimentais terem sido isonutritivas e isoenergéticas, com exceção do fósforo disponível como também, de que tanto o excesso quanto a restrição dietética de fósforo não foram suficientes para afetarem esta variável.

Para os valores médios da produção de ovos, os dados das Tabelas 4 e 5 indicam que os níveis de Pd das dietas exerceram efeito significativo ao longo de todas as semanas avaliadas, apresentando significância entre as médias já na primeira semana de observação. Porém, entre a segunda e quinta semana de avaliação, as exigências de Pd foram determinadas através do ajustamento realizado exclusivamente pelo modelo de resposta quadrática, onde os dados mostraram-se de forma variável, proporcionando estimativas instáveis entre 0,32 a 0,36%. No entanto, ao analisar a produção entre a sexta e a penúltima

Tabela 4. Médias acumuladas da produção média de ovos %, equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade

Níveis de fósforo disponível, %	Idade em semanas															
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
0,14	84,03	85,91	83,8	83,67	83,63	84,07	83,97	83,46	83,35	83,7	83,3	82,91	82,36	82,03	81,02	83,41
0,22	87,94	86,79	86,64	86,97	87,44	87,02	86,77	87,15	87,05	87,03	86,78	86,01	86,09	86,09	85,98	86,78
0,3	84,92	85,15	85,15	85,15	87,23	86,92	86,72	86,85	87,16	87,19	87,12	87,53	87,5	87,17	86,58	86,57
0,38	90,16	89,17	89,17	89,17	89,63	89,09	88,74	88,35	88,43	88,63	88,83	88,69	88,9	88,43	87,91	86,86
0,46	87,77	86,66	86,66	86,66	88,18	87,96	87,37	87,31	87,44	87,1	86,73	86,6	86,5	86,12	85,93	87,29
<b>Exigência de fósforo disponível</b>																
<i>Linear Response Plateau</i>	0,22					0,22	0,22		0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	
<i>Polinomial Quadrático</i>	0,34	0,336	0,358	0,359	0,348	0,354	0,349	0,347	0,348	0,344	0,342	0,344	0,341	0,344	0,34	0,342
<i>Modelo Polinomial com resposta em Platô</i>	0,29					0,28	0,28		0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	
<b>Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)</b>																
<i>Linear Response Plateau</i>	0,45					0,64		0,65	0,68	0,67	0,57	0,62	0,64	0,63	0,63	
<i>Polinomial Quadrático</i>	0,44	0,63	0,63	0,75	0,87	0,87	0,88	0,92	0,71	0,91	0,91	0,97	0,97	0,97	0,95	0,94

Tabela 5. Equações estimadas para produção de ovos (%) por intermédio dos modelos *Linear response plateau* (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura.

Idade das aves em semanas	Modelos		
	LRP	QUA	MQP
64	$y = 87,96 - 140,4*(0,22-x)$	$Y = -341,52X^2 + 234,13x - 50,21$	$Y = -141,4X^2 + 97,43x - 89,2$
65		$= -470,2X^2 + 316,6x - 36,44$	
66		$Y = -261,31X^2 + 187,24x - 54,94$	
67		$Y = -212,13X^2 + 152,59x - 61,36$	
68		$Y = -231,44X^2 + 161,51x - 61,66$	
69	$y = 87,8 - 89,16*(0,22-x)$	$Y = -174,76X^2 + 123,69x - 67,10$	$Y = -174,76X^2 + 123,69x - 154$
70	$y = 87,39 - 78,35*(0,22-x)$	$Y = -161,85X^2 + 113,28x - 68,68$	$Y = -161,85X^2 + 113,28x - 156,07$
71		$Y = -166,29X^2 + 115,38x - 68,5$	
72	$y = 87,52 - 80,12*(0,22-x)$	$Y = -163,5X^2 + 114,09x - 68,75$	$Y = -163,5X^2 + 114,09x - 68,75$
73	$Y = 87,57 - 71,25*(0,22-x)$	$Y = -160,55X^2 + 110,52x - 69,67$	$Y = -160,55X^2 + 110,52x - 157,24$
74	$y = 87,43 - 70,31*(0,23-x)$	$Y = -168,1X^2 + 115,14x - 68,83$	$Y = -168,1X^2 + 115,14x - 156,3$
75	$y = 87,41 - 65,62*(0,23-x)$	$Y = -167,13X^2 + 115x - 68,69$	$Y = -167,13X^2 + 115x - 156,1$
76	$y = 87,45 - 71,85*(0,23-x)$	$Y = -181,62X^2 + 124,9x - 67,16$	$Y = -181,62X^2 + 124,9x - 154,6$
77	$y = 87,04 - 74,39*(0,23-x)$	$Y = -181,9X^2 + 124,16x - 67,11$	$Y = -181,9X^2 + 124,16x - 154,1$
78	$= 86,59 - 84,66*(0,23-x)$	$Y = -185,73X^2 + 127,95x - 67,85$	$Y = -185,73X^2 + 127,95x - 154,44$
79		$Y = -207,03X^2 + 141,63x - 63,78$	

semana de experimento, observou-se que as exigências de Pd para o atendimento das necessidades das aves estabilizou-se aproximadamente a um nível de 0,30%, isto é, considerando o ponto de interseção do modelo quadrática com o platô LRP.

Considerando que cada modelo tem suas características isoladas em relação à observação dos resultados, as exigências de Pd estimada ao longo das dezesseis semanas experimentais, apresentaram valores distintos. Para o modelo quadrático, por exemplo, as exigências de Pd para produção de ovos foram estimadas em aproximadamente 0,34% e 0,35% através do ponto de máxima da equação de regressão, o que corresponde ao consumo de 350 miligramas de fósforo/ave/dia. Já para o LRP, devido a sua propriedade de subestimar a dose ótima, nas semanas em que houve significância das médias, podê-se estimar um nível aproximado de 0,23% de Pd.

Em virtude do exposto, é possível inferir que as exigências de Pd para poedeiras comerciais em fase de pós pico postura, podem ser determinadas a partir da oitava semana de experimento quando considera-se a produção de ovos, uma vez que, do período citado em diante, ocorre uma estabilização no que se refere às necessidades de suplementação, pois todos os modelos estatísticos aplicados demonstraram regularidade na determinação das exigências ao longo das semanas de avaliação.

Sohail and Roland (2002) observando a produção de ovos de galinhas poedeiras comerciais com 45 semanas durante oito semanas, verificaram que a produção caiu de 82,4 para 71,9% quando o nível de Pd foi reduzido de 0,4% para 0,1% de Pd. Estudos realizados por Costa et al. (2004), ao utilizarem níveis de Pd de 0,375%; 0,305% e 0,235%, não observaram efeito sobre a produção de ovos, porém níveis abaixo de 0,20% de Pd tornaram crítico o atendimento das necessidades das poedeiras com idade avançada. Owings et al. (1997) trabalhando com poedeiras de 55 semanas observaram diminuição da produção de ovos quando os níveis de Pd foram alterados de 0,22% para 0,1%.

Em relação à massa de ovos, os valores tiveram uma amplitude de 52,2g e 55,1 g para os níveis de 0,14% e 0,46% de Pd respectivamente, no entanto, as exigências de Pd estimadas para as poedeiras nesta fase foi determinada pelo ponto de máxima da equação de regressão em aproximadamente 0,320%, o que corresponde ao consumo de 320 miligramas de fósforo/ave/dia.

Diferente do que ocorreu com o percentual de postura, os valores de massa de ovos apresentados nas Tabelas 6 e 7, mostram que houve significância entre as médias apenas na quinta semana de avaliação, ocorrendo comportamento quadrático em função do efeito dos níveis de Pd das dietas. No entanto, só a partir da 74ª semana de idade percebeu-se que as aves estabilizaram suas respostas, pois os resultados obtidos neste período até as aves completaram 79ª semana de idade, adequaram-se as equações estimadas por intermédio do

Tabela. 6 Médias acumuladas da massa de ovos (g/ave/dia), equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade

Níveis de fósforo disponível, %	Idade em semanas																	
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79		
0,14	54,33	52,6	52,36	52,29	53,26	53,21	52,93	52,84	53,18	52,99	52,9	52,51	52,63	52,17	51,61	52,80		
0,22	54,45	54,4	55,04	55,6	55,34	55,32	55,67	55,59	55,19	55,42	55,19	55,36	55,35	55,27	55,41	55,27		
0,3	54,81	54,2	54,67	55,83	55,65	55,58	55,74	55,88	55,59	55,98	56,11	56,12	56,14	55,75	55,76	55,61		
0,38	59,76	58,29	56,65	57,56	57,34	57,22	57,04	57,25	57,51	57,59	57,61	57,66	57,45	57,07	56,99	57,53		
0,46	54,48	55,05	55,15	55,29	55,01	54,49	54,43	54,45	54,32	54,15	54,12	53,82	53,59	53,39	53,21	54,33		
<b>Exigência de fósforo disponível</b>																		
<i>Linear Response Plateau</i>																0,20	0,2	
<i>Polinomial Quadrático</i>					0,345						0,324	0,325	0,322	0,318	0,319	0,319		
<i>Modelo Polinomial com resposta em Platô</i>																0,26		
<b>Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)</b>																		
<i>Linear Response Plateau</i>																	0,63	0,65
<i>Polinomial Quadrático</i>					0,78						0,89	0,92	0,97	0,97	0,95	0,94		

Tabela 7. Equações estimadas para a massa de ovo (g/ave/dia) por intermédio dos modelos *Linear response plateau* (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura.

Idade das aves em semanas	Modelos		
	LRP	QUA	MQP
68		$Y = -101,11x^2 + 69,84x + 44,81$	
74		$Y = -118,99x^2 + 77x + 44,36$	
75		$Y = -122,79x^2 + 79,75x + 43,88$	
76		$Y = -140,57x^2 + 90,46x + 42,41$	
77	$Y = 55,63 - 48,91*(0,2-x)$	$y = -140,99X^2 + 89,61x + 42,64$	$Y = -140,99X^2 + 89,61x - 12,99$
78		$Y = -141,7X^2 - 90,31x + 42,2$	
79	$Y = 55,34 - 47,91*(0,2-x)$	$Y = -159,3X^2 - 101,55x + 40,51$	$Y = -159,3X^2 - 101,55x - 14,83;$

ajustamento dos dados ao modelo quadrático que, por sua vez, permitiram estimar as exigências de fósforo disponível quanto aos parâmetros de massa de ovos.

Por outro lado, o modelo LRP subestimou o nível ótimo de Pd das dietas em 0,20% mas, ao considerar a interseção dos respectivos modelos, pode-se observar um valor intermediário de 0,26% de Pd para galinhas poedeiras em fase de pós-pico.

Costa et al. (2004) em pesquisas realizadas com galinhas poedeiras semi pesadas não observaram efeito dos níveis de Pd entre 0,235 e 0,375% sobre a massa de ovos produzida, o que difere do resultados encontrados neste estudo. Entretanto, os resultados deste trabalho corroboram com as pesquisas realizadas por Faria et al. (2000), onde ao utilizarem galinhas poedeiras com 60 semanas de idade, observaram que dietas contendo níveis de fósforo total de 0,35; 0,45; e 0,55% afetaram negativamente a produção, massa de ovos e a conversão alimentar. Todavia, os autores desta pesquisa puderam concluir ainda que, os parâmetros de peso e percentual de casca foram afetados apenas em alguns períodos do ciclo de avaliação da qualidade dos ovos, concluindo-se que a restrição dietética de fósforo representou um efeito de caráter temporário.

De acordo com os dados obtidos neste estudo, o nível marginal de suplementação de Pd nas dietas (0,46%) durante as semanas em que houve significância entre as médias,

observou-se que a massa de ovos mostrou-se apenas 4% superior em relação ao menor nível de fósforo dietético. Isto pode estar associado com a semelhança observada entre o consumo de ração e ao mesmo tempo, o aumento da produção de ovos em função dos crescentes níveis de fósforo, isto é, a maior ingestão de mg/P pelas aves do tratamento de 0,46% de Pd contribuiu para promover uma melhora considerada sobre os parâmetros de massa de ovos quando comparado ao nível de 0,14%. Por outro lado, este fato pode ser atribuído pelo menor aproveitamento de cálcio e outros minerais quelatados em função do excesso de fósforo Beterchini (2006).

Os dados de conversão alimentar por dúzia (CDZ) e conversão alimentar por massa de ovos (CMO) em unidade de (g de ração/dúzia de ovos) e (g de ração/g de ovos) podem ser observados nas Tabelas de 8 a 11 respectivamente. Para estas variáveis, os níveis de Pd estudados apresentaram efeito significativo durante as dezesseis semanas de avaliação.

Tanto para a CMO quanto para a CDZ, percebeu-se a semelhança quanto ao comportamento dos dados. No caso primeira variável citada, as estimativas da exigência de Pd ficaram em torno de 0,32% ocorrendo estabilização das respostas a partir da 12ª semana de experimento, quando as aves apresentavam 75 semanas de idade. Todos os resultados de CMO ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial quadrático. Em relação à CDZ, houve resposta a partir da terceira semana de avaliação, onde ocorreu ajustamento das médias para os três modelos que foram aplicados aos resultados. As exigências determinadas para este parâmetro ficaram em torno de 0,33% para o modelo de combinação do ponto de máxima da quadrática com o platô de resposta (MQP).

Tabela 8. Médias acumuladas da conversão alimentar por massa de ovos (g/g), equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade

Níveis de fósforo disponível, %	Idade em semanas															
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
0,14	2,29	2,16	2,10	2,09	2,06	2,03	2,03	2,04	2,03	2,02	2,02	2,03	2,04	2,03	2,05	2,07
0,22	1,79	1,87	1,88	1,88	1,89	1,89	1,88	1,88	1,89	1,88	1,89	1,92	1,92	1,92	1,91	1,89
0,3	1,91	1,9	1,89	1,87	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87	1,87	1,86	1,87	1,87	1,87	1,88	1,88
0,38	1,94	1,88	1,92	1,9	1,9	1,9	1,9	1,89	1,89	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,89
0,46	2,16	2,01	1,95	1,96	1,96	1,97	1,96	1,96	1,96	1,96	1,97	1,99	1,99	1,98	1,99	1,98
<b>Exigência de fósforo disponível</b>																
<i>Linear Response Plateau</i>																0,23
<i>Polinomial Quadrático</i>			0,325	0,328	0,321	0,354		0,314	0,316	0,313	0,313	0,321	0,317	0,315	0,314	0,313
<i>Modelo Polinomial com resposta em Platô</i>																
<b>Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)</b>																
<i>Linear Response Plateau</i>																0,64
<i>Polinomial Quadrático</i>			0,67	0,72	0,78	0,81		0,85	0,87	0,89	0,89	0,92	0,97	0,97	0,95	0,94

Tabela 9. Médias acumulada conversão alimentar por dúzia (g/dz), equação de regressão, coeficiente de determinação e exigência de fósforo disponível de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade

Níveis de fósforo disponível, %	Idade em semanas															
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
0,14	1,73	1,95	2,05	1,93	1,84	1,78	1,75	1,73	1,70	1,69	1,68	1,68	1,69	1,68	1,69	1,77
0,22	1,39	1,69	1,71	1,65	1,61	1,59	1,56	1,55	1,53	1,53	1,55	1,55	1,55	1,54	1,53	1,57
0,3	1,48	1,57	1,57	1,52	1,51	1,50	1,49	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,50
0,38	1,50	1,59	1,59	1,55	1,54	1,54	1,53	1,52	1,51	1,50	1,50	1,49	1,50	1,49	1,49	1,52
0,46	1,60	1,57	1,57	1,55	1,53	1,53	1,51	1,50	1,5	1,50	1,50	1,51	1,51	1,50	1,50	1,52
<b>Exigência de fósforo disponível</b>																
<i>Linear Response Plateu</i>			0,26	0,25	0,25	0,22	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,23	0,26	0,26	0,24
<i>Polinomial Quadrático</i>			0,376	0,379	0,369	0,369	0,365	0,347	0,361	0,357	0,354	0,364	0,344	0,359	0,357	0,352
<i>Modelo Polinomial com resposta em Platô</i>			0,31	0,32	0,29	0,29	0,30	0,28	0,31	0,31	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30
<b>Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)</b>																
<i>Linear Response Plateau</i>			0,45	0,54	0,64	0,56	0,59	0,62	0,61	0,57	0,63	0,44	0,48	0,52	0,54	0,57
<i>Polinomial Quadrático</i>			0,96	0,96	0,96	0,95	0,93	0,92	0,93	0,93	0,95	0,95	0,97	0,96	0,95	0,95

Tabela 10. Equações estimadas para conversão alimentar por massa (g/g) por intermédio dos modelos *Linear response plateau* (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura

Idade das aves em semanas	Modelos		
	LRP	QUA	MQP
66		$Y = 8,78X^2 - 5,64x + 2,75$	
67		$Y = 5,76X^2 - 3,79x + 2,5$	
68		$Y = 6,36X^2 - 4,08x + 2,52$	
69		$Y = 6,36X^2 - 4,08x + 2,52$	
71		$Y = 5,24X^2 - 3,29x + 2,38$	
72		$Y = 5,49X^2 - 3,47x + 2,41$	
73		$Y = 5,15X^2 - 3,22x + 2,36$	
74		$Y = 5,34X^2 - 3,35x + 2,38$	
75		$Y = 5,02X^2 - 3,22x + 2,38$	
76	$y = 1,91 - 1,14*(0,23 - x)$	$Y = 5,81X^2 - 3,68x + 2,44$	$Y = 5,81X^2 - 3,68x + 0,53$
77		$Y = 5,67X^2 - 3,57x + 2,43$	
78		$Y = 5,58X^2 - 3,51x + 2,41$	
79		$Y = 6,14X^2 - 3,85x + 2,46$	

Tabela 11. Equações estimadas para a conversão alimentar por dúzia (g/dz) por intermédio dos modelos *Linear response plateau* (LRP), polinomial quadrático (QUA) e a técnica de platô de resposta em quadrático (MQP) para a determinação da exigência nutricional de fósforo para poedeiras após o pico de postura.

Idade das aves em semanas	Modelos		
	LRP	QUA	MQP
66	$y = 1,58 - 3,16*(0,26 - x)$	$Y = 6,68X^2 - 5,03x + 2,5$	$Y = 6,68X^2 - 5,03x + 0,93$
67	$y = 1,58 - 4,21*(0,25 - x)$	$Y = 8,65X^2 - 6,55x + 2,77$	$Y = 8,65X^2 - 6,55x + 1,19$
68	$y = 87,8 - 89,16*(0,22 - x)$	$Y = 7,76X^2 - 5,72x + 2,56$	$Y = 7,76X^2 - 5,72x + 1,42$
69	$y = 1,53 - 2,89*(0,25 - x)$	$Y = 6,32X^2 - 4,66x + 2,35$	$Y = 6,32X^2 - 4,66x + 0,82$
70	$y = 1,52 - 2,37*(0,25 - x)$	$Y = 5,47X^2 - 3,99x + 2,22$	$Y = 5,47X^2 - 3,99x + 0,7$
71	$y = 1,5 - 2,33*(0,24 - x)$	$Y = 5,21X^2 - 3,77x + 2,16$	$Y = 5,21X^2 - 3,77x + 0,66$
72	$y = 1,5 - 2,27*(0,24 - x)$	$Y = 4,95X^2 - 3,57x + 2,12$	$Y = 4,95X^2 - 3,57x + 0,62$
73	$y = 1,5 - 2,06*(0,24 - x)$	$Y = 4,61X^2 - 3,29x + 0,55$	
74	$y = 1,49 - 1,98*(0,24 - x)$	$Y = 4,58X^2 - 3,24x + 2,04$	$Y = 4,58X^2 - 3,24x + 0,55$
75	$y = 1,43 - 1,56*(0,26 - x)$	$Y = 4,01X^2 - 2,92x + 2$	$Y = 4,01X^2 - 2,92x + 0,57$
76	$y = 1,49 - 1,6*(0,26 - x)$	$Y = 4,43x^2 - 3,17x + 2,03$	$Y = 4,43X^2 - 3,17x + 0,54$
77	$y = 1,49 - 1,6*(0,26 - x)$	$Y = 4,44X^2 - 3,19x + 2,04$	$Y = 4,44X^2 - 3,19x + 0,55$
78	$y = 1,49 - 1,83*(0,26 - x)$	$Y = 4,45X^2 - 3,18x + 0,54$	
79	$y = 1,49 - 2,04*(0,24 - x)$	$Y = 4,72X^2 - 3,33x + 2,05$	$Y = 4,72X^2 - 3,33x + 0,56$

Silva et al. (2004) usando níveis de Pd de 0,04; 0,294 e 0,494%, não observaram efeito para os parâmetros de conversão alimentar. No entanto, Araújo et al. (2010) observaram menor consumo de ração e melhor conversão alimentar por quilograma de ovos para o nível de 0,38% de fósforo disponível na ração em relação ao nível de 0,30%.

### **Qualidade dos ovos**

Para as variáveis de qualidade dos ovos, conforme podem ser vistas na Tabela 12, as médias não apresentaram diferenças significativas, com exceção dos parâmetros de gravidade específica, percentagens de casca e albúmen que por sua vez, ajustaram-se melhor ao modelo polinomial quadrático. No entanto, as características relacionadas à casca apresentaram ponto de mínima em suas equações, ou seja, a quantidade estimada de 0,32% de fósforo disponível nas rações proporcionou pior qualidade de casca. Este fato pode estar relacionado ao passo que, as aves que tiveram maiores taxas de postura, por sua vez, realizaram maior mobilização de cálcio da matriz óssea promovendo cascas mais finas. Diante disso, vários relatos encontrados na literatura reportam que o metabolismo do cálcio em galinhas poedeiras é bastante peculiar e, isto se deve à vulnerabilidade encontrada nas linhagens comerciais de alta produção, no qual, demandam grande quantidade de cálcio para formação da casca dos ovos.

Borrmann (2001) ao trabalhar com poedeiras leves de segundo ciclo de produção, da linhagem Hy-Line W36, alimentadas com dietas contendo 0,36% Pd não observou diferenças significativas sobre a gravidade específica dos ovos.

O fato das médias obtidas para os parâmetros relacionados à casca (gravidade específica e percentagem de casca) terem apontado diferenças significativas entre os tratamentos, pode estar correlacionado com o aumento observado na produção de ovos, ou seja, as aves submetidas aos crescentes níveis de fósforo apresentaram maiores taxas de postura e, por isso, exigiram maiores quantidades de minerais para a manutenção da

Tabela de 12. Médias da qualidade de ovos de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível.

Parâmetros de Qualidade dos ovos	Níveis de Fósforo disponível, (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0,14	0,22	0,3	0,38	0,46		
Peso ovo, (g)	63,06	63,58	64,18	65,65	63,09	-	0,53
Gravidade Específica	1,085	1,083	1,083	1,082	1,084	Y= 0,0762x <sup>2</sup> -0,0485x+1,09*	0,91
Peso da gema, (g)	14,91	15,12	14,59	15,21	14,87	-	0,25
Peso da casca, (g)	5,79	5,64	5,61	5,83	5,69	-	0,16
Peso do albúmen, (g)	42,54	42,84	43,98	44,63	42,54	-	0,64
Gema, %	23,65	23,81	22,77	23,21	23,65	-	0,45
Casca, %	9,17	8,87	8,77	8,88	9,01	Y= 11,93x <sup>2</sup> -7,55x+9,98*	0,96
Albúmen, %	67,19	67,32	68,46	67,91	67,33	Y= -38,24x <sup>2</sup> +23,61x+64,56*	0,67

\*Significância a probabilidade de 5% (p<0,05)

produção de ovos, ao invés destinarem a mobilização de nutrientes para manterem os padrões ideais de qualidade de casca.

Neste caso, conforme mostra o ponto de mínima da equação de modelo polinomial quadrático, o nível de 0,32% demonstrou-se mais eficiente para a manutenção dos índices produtivos, quando comparado aos parâmetros de integridade e qualidade da casca dos ovos.

Estudos realizados por Junqueira et al. (2002) certificando-se das concentrações plasmáticas de fósforo plasmático, bem como a qualidade externa dos ovos em poedeiras Hyline W36 com 60 semanas de idade, submetidas e/ou não à restrição total de alimentos verificaram que, quando há deficiência prolongada de fontes dietéticas de fósforo, a formação da casca dos ovos ocorre por meio da mobilização de elementos minerais dos ossos para a corrente sanguínea.

Por outro lado, Faria et al. (2000) utilizando níveis de 0,14; 0,24 e 0,34% de Pd para poedeiras comerciais com 60 semanas de idade, relataram que o consumo de ração, a produção e a massa de ovos foram comprometidos quando as aves foram alimentadas com as dietas contendo 0,14% de Pd mas, que este nível não foi suficiente para afetar a qualidade de casca dos ovos. Assim, embora o nível de 0,34% de Pd tenha proporcionado taxas normais de postura em oito semanas de experimento, seria conveniente pelos autores desta pesquisa considerarem o tempo de avaliação das respostas biológicas apresentadas pelos animais para efetiva conclusão dos resultados.

Em relação à percentagem de albúmen, o nível aproximado de 0,31% de Pd apresentou o melhor resultado entre as médias observadas. Pois, com a redução dos percentuais de casca em função do aumento dos níveis de Pd das dietas, observou-se maior concentração de albúmen em relação ao peso do ovo. Este fato pode ser explicado devido à

possibilidade de ter ocorrido maior deposição proteica sobre o albúmen, em virtude da menor disponibilidade de minerais encontrados para a formação de cascas.

### **Parâmetros ósseos**

Os resultados das variáveis de composição óssea estão apresentados na Tabela 13. Observou-se que os níveis de Pd afetaram a deposição de cinzas e fósforo nas tíbias sem alterarem as resistências das mesmas. Pois, considerando o ajustamento pelo modelo polinomial, evidenciou-se que ao derivar as equações, houve uma menor deposição de cinzas quando as aves ingeriram 0,36% de Pd e uma maior deposição de fósforo quando as aves consumiram 0,38% de Pd. Em função disto, percebeu-se uma redução dos percentuais de cinzas e, uma elevação na concentração de fósforo nas tíbias que, por sua vez, representa o segundo maior elemento mineral constituinte da matriz óssea.

Estes resultados acompanharam os dados obtidos no desempenho produtivo, pois as aves que tiveram melhores índices de conversão alimentar e taxa de postura apresentaram menores valores de deposição cinzas e maiores concentrações de fósforo sobre a composição óssea. Neste caso, a suplementação de 0,34% de Pd estimado para as características de desempenho, exigiu maiores níveis de cálcio para atender as necessidades de produção afetando negativamente as concentrações de cinzas nos ossos e, por outro lado, elevando os percentuais de fósforo no osso.

Gomes et al. (1994) relatam que as exigências de fósforo são maiores para potencializar os parâmetros ósseos, quando comparados aos valores estimados para otimizar o desempenho. Huyghebaert & DeGroot (1988) observaram que nem sempre a porcentagem de cinza óssea está relacionada à resistência à quebra. Já, Zollitsch et al. (1996), concluíram que a mobilização óssea para atender às necessidades metabólicas é processo normal e a perda óssea somente comprometerá a resistência, quando houver deficiência prolongada.

Tabela de 13. Médias dos parâmetros ósseos de poedeiras comerciais com 64 a 79 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo disponível

Parâmetros ósseos	Níveis de fósforo disponível, %					Equação	R <sup>2</sup>
	0,14	0,22	0,3	0,38	0,46		
Cinzas, %	47,63	46,61	45,48	46,21	45,38	$y=48,217x^2-35,136x+52,036^*$	0,84
Fósforo, %	6,30	8,33	8,89	7,97	8,93	$y=-40,276x^2+30,283x+3,1414^*$	0,72
Resistência óssea, kgf/cm <sup>2</sup>	8,19	7,29	9,35	7,37	6,62	-	-

\*Significância a probabilidade de 5% ( $p < 0,05$ ).

Segundo Wu et al. (2006) as repostas às concentrações dos minerais da dieta, podem ser de 3 maneiras: níveis muito baixos podem acarretar em sinais de deficiência; quantidades intermediárias resultam em manutenção da homeostase e podem proporcionar alguma reserva nos tecidos; e, finalmente, níveis muito acima dos requerimentos podem acarretar em sinais de toxicidade, com redução do crescimento. O conhecimento do limite entre esses dois extremos deve ser constantemente observado quando se busca manter equilíbrio fisiológico animal.

## **Conclusões**

Considerando as respostas biológicas apresentadas pelas aves para as variáveis de desempenho e qualidade dos ovos e, também as características ósseas, pode-se sugerir um nível entre 0,34% e 0,36% de fósforo disponível em rações para galinhas poedeiras comerciais após o pico de postura.

Um período de 12 semanas é suficiente para estimar as exigências de fósforo disponível para poedeiras pós pico de postura.

## Referências Bibliográficas

ABE, E.; HORIKAWA, H.; MASUMURA, T.; SUGAHARA, M.; KUBOTA, M.; SUDA, T. Disorders of cholecalciferol metabolism in old egg-laying hens. **The Journal of Nutrition**, v.112, n.3, p.436-446, 1982.

ARAÚJO, F. L.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. de S.; SAVIETTO, D.; ALBUQUERQUE, R.; BARBOSA, L. G. S. Níveis de fósforo disponível e tamanho de partícula do fosfato bicálcico na dieta de poedeiras comerciais de 24 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1223-1227, 2010.

BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogátricos. Lavras: UFLA, 2006. 301p.

BORRMANN, M. S. L.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, OLIVEIRA, B. L. Efeitos da adição fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.

BRAGA, C. V. P.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; CARVALHO, L. E.; SOUZA, F. M., BASTOS, S. C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.76-80, 2005.

BUTOLO, J. E. Qualidade dos Ingredientes na Alimentação Animal. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. 2002, 432p.

CASEY, A., WALSH, G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. **Journal Biotechnology**, v.110, n.3, p.313-322, 2004.

COSTA, F. G. P.; JACOME, I. M. T. D.; SILVA, J. H. V. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.2, p.73-81, 2004.

De LANGE, K.; NYACHOTI, M.; BIRKETT, S. Manipulation of diets to minimize the contribution to environmental pollution. **Advances in Pork Production**, v.10, p.173-186, 1999.

DIAS, R. S. Estudos do metabolismo do fósforo utilizando modelos matemáticos. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FARIA D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; SAKOMURA, N. K.; SANTANA, A. E. Efeito de diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e qualidade de casca de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 29, n.2, p.458-466, 2000.

FERNANDES, J. I. M. Fósforo disponível para frangos de corte em fosfato de uso agrícola. 2006. 171p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

GERALDO, A.; BETERCHINI, A. G.; BRITO, J. A. G.; KATO, R. K.; FASSANI, E. J. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.113-118, 2006.

SILVA, A. F. *Exigência de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura.*

GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; ALBINO, L. F. T. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.615- 622, 1994.

HUDSON, B. P.; LIEN, R. J. and HESS, J. B. Effects of early protein intake on development and subsequent egg production of broiler breeder hens. **The Journal Applied Poultry Research**, v.9, n.12, p.324-333, 2000.

HUYGHEBAERT, G., De GROOTE, G. Effect of dietary fluoride on performance and bone characteristics of broiler and the influence of drying and deffating on bone breaking strength. **Poultry Science**, v.67, n.6, p.950-955, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE Censo Demográfico Brasileiro. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia>. Acesso em: 15 de março de 2012.

KESHAVARZ, K. Nonphytate phosphorus requeriment of laying hens with and without phytase on a phase feeding program. **Poultry. Science**, v.79, n.5, p.613-798, 2000.

LEANDRO, L. S. M., DEUS, H. A. B.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A.; CARVALHO, F. B. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.2, p.71-78, 2005.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Commercial poultry nutrition. University Books. 1997. 350p.

LIMA, I. L. - Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte. 1995. 121p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of poultry. Washington: National Academy Press. 1994. 155p.

NEWMAN, S. and LEESON, S. Skeletal integrity in layers at the completion of egg production **World's Poultry Science**, v.53, p.265-277, 1997.

OWINGS, W. J.; SELL, J. L.; BALLOUN, S. L. Dietary phosphorus needs of laying hens. **Poultry Science**, v 56, n.6, p.2056 -2066, 1977.

RAMA RAO, S. V.; REDDY, V. R.; REDDY, V. R. Non-phytin phosphorus requirement of commercial broilers and White leghorn layers. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, n.1, p.1-10, 1999.

ROLAND, S. D. A. Eggshell breakage: incidence and economic impact. **Poultry Science**, v.67, n.12, p.1801-1803,1998.

SILVA, A. F. *Exigência de fósforo disponível para poedeiras comerciais após o pico de postura.*

ROSTAGNO, H. S. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Composição de alimentos e exigências nutricionais, Viçosa: UFV, 2005, 184p.

SAKOMURA, N. K.; SERAFIM, G. S.; PINHEIRO, J. W.; RESENDE, K. T.; JUNQUEIRA, O. M. Exigência nutricional de fósforo para galinhas poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.936-951, 1995.

SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; GOULART, C. C.; COSTA, F. G. P.; SAKOMURA, N. K.; MARTINS, T. D. D. Relação cálcio:fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2166-2172, 2008.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, n.8, p.1240-1245, 2001.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A.; KORVER, D. R., AFSHARMANESH, M.; HRUBYS, M. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheatbased diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, v.85, n.2, p.297-305, 2006.

SINGH, P. K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: A review. **World's Poultry Science**, v.64, p.553-580, 2008.

SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-line W36 hens. **Poultry Science**, v.81, n.1, p.75-83, 2002.

SUMMERS, J. D. Reduced dietary phosphorus levels for layers. **Poultry Science**, v.74, n.12, p.1977-1983, 1995.

TORRES, A. P. Alimentação e nutrição de aves domésticas. São Paulo: Nobel, 1979. 324p.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F, The mineral nutrition of livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureal. 1981, 174p.

VAN DER KLIS, J. D.; VERSTEEGH, H. A. J; SIMONS, P. C. M. Natuphos symposium phosphorus and calcium management in layers. Atlanta, USA, BASF, p 71-82, 1996.

WU, G.; LIU, A.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.64-79, 2006.

ZOLLITSCH, W.; ZHIQIANG, C.; PEGURI, A. Nutrient requirements of laying hens. In: Simpósio Internac Commercial poultry nutrition ional, 1996, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, Simpósio sobre Exigência Nutricional de Aves e Suínos, 1996. p.109

