

# NÍVEIS DE FÓSFORO E FITASE PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES<sup>1</sup>

JULIANA CRISTINA RAMOS REZENDE<sup>2</sup>, ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ<sup>3</sup>, ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI<sup>3</sup>, VITOR BARBOSA FASCINA<sup>2</sup>, DANIELLA APARECIDA BERTO<sup>2</sup>, SERGIO TURRA SOBRANE FILHO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 13/12/12. Aceito para publicação em 08/08/13.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Junior, s/n, CEP 18618-970, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: [julianacristina\\_rezende@yahoo.com.br](mailto:julianacristina_rezende@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Departamento de Biologia e Zootecnia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), UNESP, Av. Brasil, 56 Centro, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, Interunidade, UNESP, Dracena-Ilha Solteira.

**RESUMO:** Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho e a qualidade óssea de poedeiras na fase de pós pico de postura, alimentadas com dietas contendo níveis de fósforo e fitase. Foi realizado um experimento com 384 poedeiras da linhagem Hy-line branca distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, com 4 níveis de fósforo disponível e 3 níveis de fitase. O período experimental foi dividido em quatro ciclos de 28 dias, ao final de cada ciclo experimental foram determinados o consumo de ração, produção de ovos, peso de ovos, conversão alimentar, mortalidade, peso médio do ovo, espessura de casca, unidades Haugh e gravidade específica dos ovos. Ao final do período experimental foram determinadas as quantidades de cálcio e fósforo excretadas pelo método de coleta total de excretas e uma ave por unidade experimental foi sacrificada por deslocamento da articulação crânio-cervical para retirada dos ossos e avaliação da largura, comprimento e índice de robustez do fêmur e tíbia. Houve interação entre os níveis de fósforo e fitase para consumo de ração, conversão alimentar e percentual de postura. Para os níveis de inclusão de fitase todas as variáveis de qualidade de ovo não apresentaram diferenças significativas. Os tratamentos não afetaram as características ósseas das poedeiras.

Palavras-chave: cálcio, características ósseas, desempenho, fitato, qualidade de ovos.

## *PHOSPHORUS AND PHYTASE LEVELS FOR LAYER HENS*

**ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate the performance and bone quality of laying hens after peak production fed diets containing phosphorus levels and phytase. An experiment was conducted with 384 Hy-line distributed in a completely randomized in a factorial 4 x 3 with 4 levels of available phosphorus and 3 levels of phytase. The experimental period was divided into four periods of 28 days, at the end of each cycle were determined experimental feed intake, egg production, egg weight, feed conversion, mortality, and average egg weight, shell thickness, Haugh units and specific gravity. At the end of the experimental period were determined amounts of calcium and phosphorus excreted by the method of total excreta collection and a fowl per experimental unit was sacrificed for collection of bones and evaluation of width, length and level of robustness from femur and tibia. There was interaction between phosphorus levels and phytase on feed intake, feed conversion and percentage of posture. For inclusion levels of phytase all egg quality variables showed no significant differences. The treatments did not affect bone characteristics of laying hens.

Key words: bone characteristics, calcium, egg quality, performance, phytate.

## INTRODUÇÃO

As poedeiras são geneticamente selecionadas para atingir altos níveis de desempenho durante os ciclos de postura, entretanto, inúmeros fatores podem afetar negativamente a expressão do seu potencial produtivo e a qualidade dos ovos. Dentre estes fatores, encontra-se a nutrição. O fornecimento de dietas equilibradas, com adequado suprimento de nutrientes essenciais é primordial dentro de uma criação avícola. Contudo, a formulação de rações para aves baseia-se principalmente, em alimentos de origem vegetal, que podem apresentar fatores antinutricionais prejudiciais à biodisponibilidade de determinados nutrientes.

O fósforo é um nutriente de grande importância para poedeiras, não só pela sua necessidade para ótimo desenvolvimento e desempenho das aves, mas também por exercer influência significativa sobre a qualidade da casca dos ovos produzidos e sobre a mineralização óssea, em virtude de sua íntima relação com o cálcio. A sua biodisponibilidade é fortemente reduzida pelo fato de que o fósforo presente nos alimentos de origem animal (aproximadamente 66%) encontra-se na forma de fitato (hexa-fosfato de inositol), segundo ROSTAGNO *et al.* (2000).

A molécula de fitato é um grande fator antinutricional para aves, possuindo em sua estrutura grupos ortofosfatos altamente ionizáveis, que afetam a disponibilidade de cátions como o cálcio, zinco, cobre, magnésio e ferro no trato gastrointestinal, resultando na formação de complexos insolúveis (SOHAIL e ROLAND, 1999). Os grupos ortofosfatos também podem se unir às enzimas digestivas e proteínas dietéticas, reduzindo a digestibilidade de carboidratos e aminoácidos (SEBASTIAN *et al.*, 1997). Segundo RAVINDRAN *et al.* (1995), como a habilidade da ave em utilizar o fósforo fítico é baixa, ocorre a necessidade de adição de fósforo inorgânico às rações, o que onera os custos com alimentação.

Diante disso, alternativas para aumentar a disponibilidade do fósforo da dieta têm sido avaliadas. Na literatura, é possível verificar que a utilização de enzimas exógenas, como a fitase, pode resultar em economia das fontes inorgânicas de fósforo e contribuir para evitar a contaminação ambiental, uma das maiores preocupações deste século (RAVIDRAN *et al.*, 1995). Além disso, pode proporcionar menor porcentagem de ovos com casca fina, aumento na absorção de pigmentos e melhores resultados produtivos, com aumento da massa de ovos (SOTO-SALANOVA e WYATT, 1997).

É importante considerar que as variáveis relacionadas aos ossos são mais sensíveis que as de desempenho (GOMES *et al.*, 1993). Dessa forma, as recomendações dos níveis de fósforo disponível e de fitase nas dietas devem ser suficientes para garantir ótimo desempenho.

Considerando o exposto, objetivou-se no presente estudo avaliar os efeitos de níveis de fósforo disponível e fitase na dieta de poedeiras comerciais sobre o desempenho, qualidade óssea e dos ovos produzidos e sobre os teores de cálcio e fósforo nas excretas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Programa de Assistência Social da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira/SP, em parceria com a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP. Foram utilizadas 384 poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line branca, com 48 semanas de idade. As aves foram alojadas em 48 gaiolas de arame galvanizado, medindo 25 cm de largura x 40 cm de comprimento x 40 cm de altura, munidas de comedouros de madeira na parte frontal das gaiolas e bebedouros tipo nipple. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 3 (níveis de fósforo disponível, Pd, x níveis de fitase), com doze tratamentos e quatro repetições de oito aves cada.

As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja, segundo a composição dos alimentos apresentada por ROSTAGNO *et al.* (2005). As exigências nutricionais seguiram as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2005) para poedeiras leves em fase de produção, com exceção aos níveis de fósforo disponível (Tabela 1). Os tratamentos experimentais foram constituídos pela associação de quatro níveis de fósforo disponível (0,10; 0,20; 0,30 e 0,40%) a três níveis de fitase (0, 500 e 1000 FTU/kg de ração). A enzima fitase utilizada foi obtida por intermédio da fermentação com fungos do grupo *Aspergillus Níger* contendo 5.000 FTU/g de atividade mínima (declarada pelo fabricante).

Durante todo o período experimental, que compreendeu quatro ciclos de 28 dias, totalizando 112 dias, as aves receberam ração e água à vontade, sendo o arraçoamento efetuado duas vezes ao dia. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz/dia. A coleta de ovos foi realizada uma vez ao dia, às 15h00, sendo aferida a produção de ovos diariamente. Ao final de cada ciclo experimental foram determinados

**Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações para fase de postura (48 a 64 semanas de idade)**

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	0,40% Pd	0,30% Pd	0,20% Pd	0,10% Pd
Milho	63,05	63,35	63,68	64,05
Farelo de soja	23,60	23,56	23,50	23,40
Óleo de soja	1,70	1,60	1,49	1,38
Calcário	9,33	9,61	9,90	10,18
Fosfato bicálcico	1,39	0,95	0,50	0,07
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45
DL-metionina	0,16	0,16	0,16	0,15
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15
Inerte ou Fitase <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição nutricional calculada				
EM (Kcal/kg)	2.850	2.850	2.850	2.850
PB (%)	16,0	16,0	16,0	16,0
Cálcio (%)	4,00	4,00	4,00	4,00
Pd (%)	0,40	0,30	0,20	0,10
Met. Dig. (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Lis. Dig. (%)	0,72	0,72	0,72	0,72

<sup>1</sup>Enriquecimento mineral por kg de ração: Cu: 8 mg; Fe:50 mg; Mn: 70 mg; Zn:50 mg; I: 1,2 mg; Se: 0,2 mg. <sup>2</sup>Enriquecimento vitamínico por kg de ração: Vit.A: 7000 UI; vit.D3: 2000 UI; vit E: 5 mg; vit.K3: 1,6 mg; vit. B2: 3mg; vit. B12: 8 mcg; Niacina: 20 mg; Ácido Pantotênico: 5 mg; Antioxidante:15 mg. <sup>3</sup>Para a dieta sem inclusão de fitase utilizou-se 0,02% de inerte, dieta com inclusão de 500 FTU de fitase utilizou-se 0,01% de fitase e 0,01% de inerte, com inclusão de 1000 FTU de fitase utilizou-se 0,02% de fitase.

o consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), peso médio dos ovos (g), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg de ração/dúzia de ovos).

A qualidade dos ovos foi avaliada ao final de cada ciclo de 28 dias, por três dias consecutivos. Para tanto, dois ovos por unidade experimental foram utilizados/dia, para a avaliação do peso médio do ovo (g), unidades Haugh, espessura de casca (mm) e gravidade específica dos ovos (g/cm<sup>3</sup>). Para a avaliação da gravidade específica dos ovos adotou-se o procedimento das soluções de NaCl, de acordo com MORENG e AVENS (1990), sendo que as soluções de densidade variaram de 1,065 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>, com gradiente de 0,005 entre as soluções.

Ao final de 112 dias, foram determinados os teores de cálcio e fósforo nas excretas, pelo método da coleta total de excretas. Sob as gaiolas foram instaladas bandejas de alumínio previamente revestidas com plástico para coletar as excretas. As coletas foram efetuadas duas vezes ao dia, durante os três últimos

dias do experimento. A ração neste período foi fornecida três vezes ao dia para evitar desperdício e contaminação das excretas. Ao final do período de coleta, a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas foram determinadas.

As amostras de excretas de cada unidade experimental foram homogeneizadas, sendo retirada uma amostra de aproximadamente 500 g, que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Após a secagem, foram moídas e encaminhadas ao laboratório para a determinação dos teores de cálcio e fósforo, segundo metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002).

Ao final do período experimental, foram abatidas 48 aves, sendo uma por unidade experimental, das quais retirou-se toda musculatura do membro inferior esquerdo, a fim de se extrair os ossos fêmur e tíbia, que foram identificados segundo os tratamentos. Os ossos foram embalados e armazenados em freezer,

para posterior avaliação. Foram avaliados quanto às medidas de largura, comprimento e índice de robustez. O índice de robustez (IR) foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula, proposta por MONTEAGUDO *et al.* (1997):  $IR = \text{comprimento do osso} / \sqrt[3]{\text{peso do osso}}$ .

Os resultados verificados foram submetidos à análise de variância através do procedimento General Linear Model (GLM) do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). As médias para o fator fitase, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as características que apresentaram efeitos significativos de níveis de fósforo foram realizadas análises de regressão das mesmas em função dos níveis avaliados, utilizando o procedimento Reg do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Desempenho

Os dados referentes ao desempenho são apresentados na Tabela 2. Houve interação significativa entre níveis de fósforo e fitase para consumo de ração, porcentagem de postura e conversão alimentar por dúzia de ovos. Não foram observados efeitos significativos dos níveis de fósforo e de fitase, nem interação entre estes sobre o peso dos ovos. SILVA *et al.* (2008) também não verificaram efeitos significativos de níveis de fósforo disponível sobre o peso dos ovos, quando avaliaram níveis que variaram de 0,094 a 0,494%. Os resultados deste estudo corroboram com os obtidos por CASARTELLI *et al.* (2005), que avaliaram a influência da utilização de dois níveis de fósforo (0,36% e 0,12% Pd) e dois de fitase (0 e 1000 FTU), em poedeiras em pós pico de postura e não encontraram influência significativa dos níveis de fósforo e também de fitase sobre o peso médio dos ovos.

As médias referentes à interação entre níveis de fósforo e fitase são mostradas na Tabela 3. Nota-se que poedeiras alimentadas com dietas contendo 0,1% de fósforo sem adição de fitase apresentaram menor consumo de ração, porcentagem de postura e maior conversão alimentar, quando comparadas às aves que receberam rações suplementadas com

fitase. Em dietas sem suplementação de fitase, o consumo de ração aumentou com a inclusão de Pd até o nível de 0,35% ( $CR\ 0\ FTU = 55,05937 + 189,62875x - 272,0625x^2$ ;  $R^2=0,92$ ) e, a conversão alimentar por dúzia melhorou até o nível de 0,30% de Pd ( $CA\ 0\ FTU = 2,68512 - 6,07025x + 10,2625x^2$ ;  $R^2=0,99$ ). A porcentagem de postura de poedeiras alimentadas com 0 e 500 FTU aumentou com a maior inclusão de Pd até os níveis de 0,31% e 0,27%, respectivamente ( $Post\ 0\ FTU = 29,45625 + 318,1775x - 507,375x^2$ ;  $R^2=0,96$ ;  $Post\ 500\ FTU = 64,0325 + 120,4x - 225,5x^2$ ;  $R^2=0,98$ ).

**Tabela 2. Desempenho de poedeiras leves alimentadas com rações contendo níveis de fósforo disponível e fitase no período de 48 a 64 semanas de idade**

	CR <sup>1</sup>	Post <sup>1</sup>	P ovo <sup>1</sup>	CA/dz <sup>1</sup>
<b>Pd (%)</b>				
0,1	81,58	68,10	60,66	2,02
0,2	87,14	77,85	60,41	1,86
0,3	86,86	78,64	60,80	1,82
0,4	88,25	76,22	61,53	1,89
<b>Fitase (FTU/kg)</b>				
0	82,06	70,95	61,06	1,94
500	88,17	77,22	60,71	1,89
1000	87,64	77,44	60,78	1,87
<b>Probabilidade</b>				
Pd	<0,001	<0,001	0,146	<0,001
Fitase	<0,001	<0,001	0,684	0,039
Pd*Fitase	<0,001	<0,001	0,880	0,008

<sup>1</sup>CR: consumo de ração (g/ave/dia); Post: porcentagem de postura (%); P ovo: peso de ovo (g); MO: massa de ovos (g/ovo/dia); CA/dz: conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dz).

Avaliando o efeito isolado da adição de enzima fitase nas dietas (Tabela 3), verificou-se que ao incluir enzima em dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível, a enzima disponibilizou o fósforo complexado ao ácido fítico, proporcionando resultados semelhantes aos tratamentos com níveis ideais de fósforo disponível, concordando com os trabalhos realizados por CASARTELLI *et al.*, 2005 e LAURENTIZ *et al.*, 2007. COSTA *et al.* (2004) forneceram dietas contendo 0,305% de fósforo disponível e 500 FTU de fitase/kg ração e não observaram efeitos sobre a porcentagem de postura.

**Tabela 3. Desdobramento da interação do consumo de ração, percentual de postura e conversão alimentar de poedeiras de 48 a 64 semanas de idade, alimentadas com níveis de fósforo disponível e fitase**

Fitase (FTU/kg)	Fósforo disponível (%)			
	0,10	0,20	0,30	0,40
Consumo de ração (g/ave/dia)				
0	70,41B	84,76	84,80	88,27
500	86,21A	89,14	88,59	88,74
1000	88,13A	87,52	87,18	87,73
Porcentagem de postura (%)				
0	55,38B	75,24	76,80	76,36
500	73,96A	78,65	80,29	75,96
1000	74,96A	79,65	78,81	76,32
Conversão alimentar (kg/dz)				
0	2,18A	1,86	1,80	1,89
500	1,94B	1,87	1,83	1,90
1000	1,94B	1,82	1,82	1,87

A,B: letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4. Qualidade dos ovos de poedeiras leves alimentadas com níveis de fósforo disponível e fitase no período de 48 a 64 semanas de idade**

	UH <sup>1</sup>	Casca <sup>1</sup>	EC <sup>1</sup>	GE <sup>1</sup>
Pd (%)				
0,1	82,39	9,06	0,42	1,085
0,2	82,85	8,84	0,40	1,084
0,3	81,01	8,77	0,41	1,084
0,4	82,67	8,63	0,40	1,083
Fitase (FTU/kg)				
0	82,36	8,87	0,41	1,084
500	86,16	8,82	0,41	1,084
1000	82,18	8,79	0,40	1,083
Probabilidade				
Pd	0,330	<0,001	0,012	<0,001
Fitase	0,974	0,611	0,300	0,398
Pd*Fitase	0,254	0,160	0,081	0,199
CV <sup>2</sup> (%)	3,23	2,54	2,99	0,11

<sup>1</sup>UH: unidade Haugh; Casca: porcentagem de casca (%); EC: espessura de casca (mm); GE: gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>)

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

### Qualidade dos ovos

Os resultados referentes à qualidade dos ovos são apresentados na Tabela 4. Não houve interação significativa dos fatores, nem efeito significativo dos níveis de fitase sobre as características avaliadas. Porém, influência significativa dos níveis de fósforo foi verificada sobre os índices de qualidade da casca. A ausência de efeito dos níveis de fitase sobre unidades Haugh (UH), observada no presente estudo, encontra-se de acordo com dados de JALAL e SCHEIDELER (2001). Estes autores não constataram diferenças significativas para UH, ao alimentar poedeiras de 40 a 60 semanas de idade com rações contendo níveis de fósforo disponível variando entre 0,10 a 0,25% e, com fitase nos níveis de 250 e 300 FTU/kg de ração. Já BORRMANN *et al.* (2001) constataram efeito quadrático ao variarem os níveis de fósforo nas rações, cujo nível de 0,29% foi considerado o melhor, correspondendo a um valor de UH de 92,25. RODRIGUES (1995), em seu estudo com poedeiras de segundo ciclo, também não encontrou diferenças para os valores de UH entre níveis de fósforo disponível para a primeira fase de postura, mas para a fase final, observou efeito quadrático, no qual os níveis de 0,25 e 0,45% de Pd evidenciaram melhor qualidade, proporcionando UH de 79,2 e 76,6 respectivamente.

Na literatura diversos trabalhos relatam os efeitos do fósforo e da fitase sobre a qualidade da casca dos ovos. FIREMAN *et al.* (1999), em estudo com farelo de arroz desengordurado (FD) em três níveis e três níveis de fitase, verificaram que a utilização de fitase em 300 e 600 UFA melhorou a qualidade de casca dos ovos, corrigindo os efeitos adversos da utilização de FD. BESS *et al.* (2006), avaliando o efeito da matriz nutricional da fitase sobre a qualidade externa dos ovos em matrizes de corte, não observaram efeito negativo sobre a gravidade específica dos ovos quando compararam o efeito das rações contendo níveis nutricionais reduzidos e suplementadas com fitase, com a ração com níveis nutricionais adequados e sem suplementação de fitase, demonstrando assim que a matriz nutricional preconizada para fitase atendeu plenamente as exigências das aves. No presente estudo, a porcentagem de casca, espessura da casca e a gravidade específica dos ovos foram reduzidas linearmente com o aumento dos níveis de fósforo disponível na dieta (porcentagem de casca = 9,1523 - 1,29261x; R<sup>2</sup>=0,96; espessura da casca = 0,41813 - 0,04746x; R<sup>2</sup>=0,80; gravidade específica = 1,08585 - 0,00813x; R<sup>2</sup>=0,98). GORDON e ROLAND (1998) obtiveram melhora linear na gravidade específica (P<0,001) com o aumento das relações Ca:Pd (25/1; 28/1; 31/1; 8,3/1; 9,3/1 e 10,3/1) e também com a interação das relações Ca:Pd e fitase 300 FTU/Kg.

Dois motivos podem explicar os resultados obtidos. Sabe-se que a porcentagem de casca pode diminuir em decorrência de possível aumento no tamanho dos ovos, quando este aumento não é acompanhado de elevação também no peso da casca (AL-BATSHAN *et al.*, 1994). Além disso, estudos observados na literatura indicam que à medida que o nível de fósforo da dieta aumenta, ocorre redução em índices de qualidade da casca.

BORRMANN *et al.* (2001) também observaram influência dos níveis de fósforo e fitase sobre a porcentagem de casca dos ovos. Quando houve a suplementação de fitase nas rações (300 FTU/kg), observou-se efeito quadrático dos níveis de fósforo utilizados sobre a porcentagem de casca, obtendo-se maior porcentagem com a utilização de 0,26% de Pd. Quando as rações não foram suplementadas com fitase, a porcentagem de casca sofreu efeito linear decrescente com o aumento dos níveis de fósforo na dieta (0,18 a 0,36%), assim como o observado no presente estudo.

A espessura da casca reduziu linearmente com o aumento do teor de fósforo da dieta, neste estudo, o que difere dos resultados encontrados por BORRMANN *et al.* (2001). Estes autores não verificaram efeitos dos teores de fósforo da dieta sobre a espessura dos ovos de poedeiras alimentadas com níveis de fósforo e fitase, porém, influência significativa da fitase foi detectada sobre a característica, obtendo-se menores espessuras (0,359 mm) quando houve suplementação de fitase (300 FTU/kg) nas rações. Aves que não receberam adição de fitase nas dietas produziram ovos com espessura de casca superior (0,368 mm).

Como relatado anteriormente, estudos com fósforo disponível demonstram que, à medida que o nível de fósforo disponível na dieta aumenta, a espessura da casca dos ovos diminui. HAMILTON e SIBBALD (1977) mencionam que a redução do nível de fósforo dietético com o avanço da idade da ave melhora a qualidade da casca do ovo. DAGHIR *et al.* (1985) observaram melhor espessura de casca quando a dieta continha 0,35% ou menos de fósforo disponível. Com o uso da fitase, há um aumento da biodisponibilidade do fósforo e, conseqüentemente, dos níveis de fósforo usados nas rações, podendo assim, piorar a qualidade da casca.

A gravidade específica dos ovos também apresentou efeito linear decrescente com o aumento dos teores de fósforo nas dietas ( $1,08585 - 0,00813x$ ;  $R^2=0,98$ ). Este dado é perfeitamente compreensível, visto que a

porcentagem e a espessura de casca também sofreram reduções lineares com a presença de maiores teores do mineral nas dietas. SOHAIL e ROLAND (2002) trabalharam com níveis de fósforo disponível entre 0,1 a 0,7% e observaram que o menor nível de fósforo disponível na dieta proporcionou diminuição da gravidade específica do ovo. CASARTELLI *et al.* (2005) não detectaram alterações significativas de níveis de fósforo das dietas, sobre a gravidade específica dos ovos de poedeiras em pós pico de postura. LIGEIRO *et al.* (2009), avaliando a inclusão de fitase em dietas contendo farelo de girassol para poedeiras, não encontrou diferença significativa para gravidade específica do ovo.

### Teores de cálcio e fósforo nas excretas

Os dados referentes à excreção de cálcio e fósforo encontram-se na Tabela 5. Houve influência significativa dos níveis de fósforo e fitase sobre os teores dos macrominerais nas excretas e interação dos fatores avaliados sobre o fósforo excretado, sendo que as médias dessa interação podem ser observadas na Tabela 6. Pode-se observar que aves alimentadas com dietas contendo 0,3% de fósforo disponível e suplementadas com 0, 500 e 1000 FTU de fitase/kg ração apresentaram redução linear do fósforo excretado conforme o aumento da inclusão de fitase nas dietas (Pd excretado 0 FTU =  $0,39125 + 3,1225x$ ;  $R^2 = 0,92$  / Pd excretado 500 FTU =  $0,3075 + 3,7175x$ ;  $R^2 = 0,99$  / Pd excretado 1000 FTU =  $0,835 - 0,57x + 7,5x^2$ ;  $R^2 = 0,97$ ).

A excreção de cálcio das poedeiras alimentadas com níveis crescentes de fósforo disponível aumentou linearmente (Cálcio excretado =  $11,5891 + 8,12339x$ ;  $R^2 = 0,91$ ). Com a suplementação de fitase, o efeito não foi linear para 0, 500 e 1000 FTU de fitase, sendo que com 500 FTU de fitase foi a maior excreção de cálcio.

Essa interação significativa entre os níveis fósforo e fitase para as excretas pode ser atribuída à queda na ingestão de fósforo nas dietas com redução dos níveis de fósforo disponível e a redução do consumo de fósforo para estas aves. Conseqüentemente, as aves alimentadas com as rações com níveis de Pd reduzidos 0,30; 0,20 e 0,10%, ao comparar com o tratamento controle 0,40% de Pd, reduziram a quantidade de fósforo na excreta em 19, 40 e 57%, respectivamente. Porém o aumento na excreção de fósforo para o tratamento controle, com o aumento da inclusão de fitase pode ser atribuída ao fato da ave não conseguir aproveitar todo o fósforo disponível, seja ele o fítico ou inorgânico.

**Tabela 5. Excreção e cálcio e fósforo disponível e qualidade óssea de poedeiras leves alimentadas com níveis de fósforo disponível e fitase no período de 48 a 64 semanas de idade**

	Ca excr <sup>1</sup>	Pd excr <sup>1</sup>	Tíbia dens <sup>2</sup>	Fêmur dens <sup>2</sup>	Larg tíbia <sup>3</sup>	Comp tíbia <sup>3</sup>	Rob tíbia <sup>3</sup>	Larg fêmur <sup>4</sup>	Comp fêmur <sup>4</sup>	Rob fêmur <sup>4</sup>
Níveis de Pd										
0,1	12,09	0,73	41,93	31,46	6,65	112,35	57,43	7,07	76,23	40,66
0,2	13,70	1,03	42,73	33,98	6,77	112,64	56,90	7,29	76,88	40,36
0,3	14,02	1,39	41,85	30,51	6,63	111,78	57,26	7,20	75,60	40,40
0,4	14,73	1,73	44,14	33,11	6,74	114,08	57,04	7,24	77,64	40,48
Níveis de fitase										
0	13,76B	1,17	40,28	29,62	6,66	111,49	57,07	7,12	75,70	40,58
500	14,06A	1,24	42,71	34,98	6,75	113,43	57,36	7,24	77,05	40,22
1000	13,08B	1,25	45,00	32,19	6,69	113,21	57,04	7,23	77,00	40,62
Valor de P										
Pd	<0,001	<0,001	0,837	0,574	0,658	0,299	0,679	0,309	0,150	0,766
Fitase	0,022	0,044	0,167	0,086	0,755	0,153	0,113	0,736	0,280	0,415
Pd*Fitase	0,702	<0,001	0,978	0,880	0,712	0,240	0,685	0,456	0,160	0,269
CV (%)	7,09	7,76	16,17	20,54	4,78	2,68	1,98	4,14	2,87	1,87

<sup>1</sup>Ca exc: cálcio excretado (%), Pd exc: fósforo disponível excretado (%); <sup>2</sup>Tíbia dens: densidade de tíbia, Fêmur dens: densidade de fêmur; <sup>3</sup>Larg tíbia: largura de tíbia, Comp tíbia: comprimento de tíbia, Rob tíbia: robustez de tíbia; <sup>4</sup>Larg fêmur: largura de fêmur, Comp fêmur: comprimento de fêmur, Rob fêmur: robustez de fêmur.

**Tabela 6. Desdobramento da interação de fósforo excretado (%) de poedeiras de 48 a 64 semanas de idade alimentadas com níveis de fósforo disponível e fitase**

Fitase (FTU/kg)	Fósforo disponível (%)			
	0,10	0,20	0,30	0,40
0	0,68	0,96	1,49A	1,54B
500	0,70	1,01	1,42AB	1,80A
1000	0,82	1,11	1,24B	1,83A

A,B: letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

BOLING *et al.* (2000) e KESHAVARAZ (2003) também observaram decréscimo na excreção de P (50 e 56%), e ausência de efeito negativo sobre o desempenho de poedeiras quando forneceram dietas com níveis de fosfato bicálcico reduzidos em até 67 e 78%, respectivamente, e suplementadas com fitase 300 FTU/kg de ração.

De acordo com SIMONS *et al.* (1990), reduzir a suplementação de fósforo inorgânico e aumentar o

uso do fósforo fítico pelo animal, através do uso da enzima fitase, pode proporcionar diminuição de 20 a 30% na excreção do fósforo e pode reduzir significativamente os custos das dietas.

### Qualidade óssea

Os tratamentos avaliados não afetaram significativamente as características ósseas (Tabela 5). GENTILLINE *et al.* (2009), avaliando a inclusão de um complexo enzimático contendo fitase para poedeiras, não encontraram diferença significativa para qualidade óssea. Estes resultados podem ser atribuídos a uma possível manutenção dos teores de fósforo e cálcio plasmático das aves, pela ação da calcitonina e pelo paratormônio, que mantêm o animal em homeostase cálcica e de fósforo. Uma vez que a ave é adulta e seu esqueleto já está totalmente formado, os níveis de fósforo na dieta interferem indiretamente na manutenção óssea, dessa forma o próprio organismo lança mão dos mecanismos de regulação para manter a homeostase plasmática, assim não observamos diferenças na qualidade óssea das aves dos diferentes tratamentos.

## CONCLUSÕES

Dietas contendo níveis de fósforo disponível e fitase para poedeiras em pós pico de postura afetam o consumo de ração, porcentagem de postura e conversão alimentar. Os níveis de fósforo e fitase influenciam a qualidade dos ovos e a excreção de cálcio em fósforo.

Dietas com níveis reduzidos de fósforo (0,30%) podem ser utilizadas para poedeiras em pós pico de postura, desde que essas sejam suplementadas com 500 FTU de fitase. Dessa maneira, mantém-se a mesma qualidade dos ovos e qualidade óssea quando se utiliza nível de fósforo disponível (0,40%) de dietas sem suplementação de fitase.

## AGRADECIMENTOS

FEPE (Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp de Ilha Solteira), PAS (Projeto Agrícola Social - Prefeitura Municipal de Ilha Solteira); CNPq/PIBIC pela bolsa de Iniciação Científica, CNPq Processo Universal (477901/2007-7) e a Empresa Vansil Laboratório Veterinário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-BATSHAN, H. A.; SCHEIDELER, S. E.; BLACK, B. L.; GARLICH, J. D.; ANDERSON, K. E. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, vol. 73, p.1590-1596, 1994.
- BESS, F.; ROSA, A. P.; KRABBE, E. L.; SOUZA, T. B. S.; FAVERO, A. Efeito da adição de fitase sobre a porcentagem de postura e densidade de ovos em matrizes de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl.8, p. 106, 2006.
- BOLING, S. D.; DOUGLAS, M. W.; JONSON, 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, p.224-230, 2000.
- BORRMANN, M. S. L.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, B. L. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Revista Ciências Agrotécnicas**, v. 25, p. 181-187, 2001.
- CASARTELLI, E. M.; FILARDI, R. S.; JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTIZ, A. C.; FILARDI, R. S.; LUCAS JÚNIOR, J.; ARAÚJO, L. F. Effect of phytase in laying hen diets with different phosphorus sources. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, p.93-98, 2005.
- COSTA, F. G. P.; DJÁCOME, I. M. T.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, M. J.; CAMPOS, K. M. F.; BARBOSA, J. G.; PEIXOTO, J. P. N.; SILVA, J. C. A.; NASCIMENTO, G. A.; CLEMENTINO, R. H. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, p. 73-81, 2004.
- DAGHIR, N. J.; FARRAN, M. T.; KAYSI, J. A. Phosphorus requirements of laying hens in a semiarid continental climate. **Poultry Science**, v. 67, p.1382-1384, 1985.
- FIREMAN, A. K. B. A. T.; LÓPES, J.; FIREMAN, F. A. T. Qualidade de casca do ovo de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de farelo de arroz desengordurado e fitase. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v.7, p.97-108, 1999.
- GENTILINI, F. P.; SILVA R. A. G.; NUNES, P. M.; GONÇALVES, F. M.; KUHN, C.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Produtividade e resistência óssea de poedeiras suplementadas com allzyme® ssf nas dietas. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p. 645-653, 2009.
- GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; LIMA, G. J. M. M.; ROSTAGNO, H. S.; SAKOMURA, N. K. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcio para frangos de corte até 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p. 755-763, 1993.
- GORDON, R. W.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. **Poultry Science**, v.77, p.290-294, 1998.
- HAMILTON, R. M. G.; SIBBALD, I. R. The effects of dietary phosphorus on productive performance and egg quality of ten strains of white leghorns. **Poultry Science**, v.56, p.1221-1228, 1977.
- JALAL, M. A.; SCHEIDELER, S. E. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. **Poultry Science**, v. 80, p.1463-1471, 2001.



- KESHAVARZ, K. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 82, p. 71-91, 2003.
- 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, p.207-216, 2007.
- LIGEIRO, E. C., JUNQUERIA, O. M., FILARDI, R.S., LAURENTIZ, A. C., DUARTE, K. F., MARCHIZELI, P. C. A. Avaliação da matriz nutricional da enzima fitase em rações contendo sorgo para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1948 - 1955, 2009.
- MONTEAGUDO M. D; HERNÁNDEZ, E. R.; SECO, C.; GONZALEZ-RIOLA, J.; REVILLA, M.; VILLA, L. F.; RICO, H. Comparison of the Bone Robusticity Index and Bone Weight/Bone Length Index with the Results of Bone Densitometry and Bone Histomorphometry in Experimental Studies **Acta Anatomica**, v.160, p.1-195, 1997.
- MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380p.
- RAVINDRAN, V; BRYDEN W. L; KORNEGAY, E. T. Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry & Avian Biology Reviews**, v.6, p.125-143, 1995.
- RODRIGUES, P.B., BERTECHINI, A.G., OLIVEIRA, B.L. Níveis de vitamina D3 e suplementação de vitamina C na dieta de poedeiras no segundo ciclo de produção. **Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Curitiba, PR. 1995; p.37-38.
- ROSTAGNO, H. S; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L; GOMES, P. C; FERREIRA, A. S; OLIVEIRA, R. F; LOPES, D. C. **Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Tabelas Brasileiras)**. Vicosa: UFV- Imprensa Universitária, 2000, p.56.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa: UFV - Imprensa Universitária, 2005. CD.
- SEBASTIAN, S; TOUCHBURN, S. P; CHAVES, E. R; LAGUE, P. C. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a cornsoybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, v.76, p.1760-1769, 1997.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A.; GOULART, C. C.; COSTA, F. G. P.; SAKOMURA, N. K.; FURTADO, D. A. Influência da interação fósforo disponível x fitase da dieta sobre o desempenho, os níveis plasmáticos de fósforo e os parâmetros ósseos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2157-2165, 2008.
- SIMONS, P. C. M.; VERSTEEGH, H. A. V.; JONGLOED, A. W.; KEMME, P. A.; SLUMP, P.; BOS, K. D.; WOLTERS, M. G. E.; BEUDEKER, R. F.; VERSHOOR, G. J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal of Nutrition**, v. 64, p. 525-540, 1990.
- SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A. Influence al supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. **Poultry Science**, v. 78, p. 550-555, 1999.
- SOHAIL, S.S.; ROLAND, D.A. Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-line W36 hens. **Poultry Science**, v.81, p.75-83, 2002.
- SOTO-SALANOVA, M. F; WYATT, C. L. **Uso de enzimas para alcanzar el maximo potencial de las materias primas para dietas de avicultura**. Minneapolis: Midwest Poultry Federation Convention, 1997. [CD-ROM]