



## Relação cálcio:fósforo disponível e níveis de fitase para poedeiras semipesadas no primeiro e segundo ciclos de postura

José Humberto Vilar da Silva<sup>1</sup>, José Anchieta de Araujo<sup>2</sup>, Cláudia de Castro Goulart<sup>3</sup>, Fernando Guilherme Perazzo Costa<sup>4</sup>, Nilva Kazue Sakomura<sup>5</sup>, Terezinha Domiciano Dantas Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup> DAP/UFPB/Campus IV, CEP: 58.220-000 - Bananeiras, PB. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação da UFPB - Areia, PB.

<sup>3</sup> Programa de Doutorado Integrado da UFPB - Areia, PB; Professora do Curso de Zootecnia da UVA - Sobral, CE; Bolsista da Funcap.

<sup>4</sup> Departamento de Zootecnia da UFPB - Areia, PB.

<sup>5</sup> Departamento de Zootecnia da UNESP - Jaboticabal, SP.

**RESUMO** - Dois experimentos foram realizados para investigar a relação cálcio (Ca):fósforo disponível (Pd) e o nível de fitase (UF) no primeiro e segundo ciclos de postura. No primeiro ciclo de postura, 128 aves foram distribuídas em arranjo fatorial  $3 \times 2 + 1$ , composto de três relações Ca:Pd (14:1 = 4,2% Ca e 0,30% Pd; 12:1 = 3,5% Ca e 0,30% Pd; e 9:1 = 3,5% Ca e 0,38% Pd), dois níveis de fitase (0 e 600 UF) e uma relação Ca:Pd controle (11:1 - 4,2% Ca e 0,38% Pd). No segundo ciclo de postura, 240 aves foram distribuídas em arranjo fatorial  $2 \times 2 \times 2$ , composto de dois níveis de cálcio (3,5 e 4,2%), dois de fósforo disponível (0,30 e 0,38%) e dois de fitase (0 e 600 UF). No primeiro ciclo, entre as aves alimentadas com as rações sem fitase, o maior peso dos ovos (PO) foi obtido com a relação 9:1 (3,5% Ca e 0,38% Pd) e o menor, com a relação 12:1 (3,5% Ca e 0,30% Pd). A melhor massa de ovos (MO) e conversão alimentar por massa de ovos (CAMO) foram observadas nas aves alimentadas com a ração com relação Ca:Pd 14:1 e a pior, com a ração formulada com relação 12:1. Nas aves alimentadas com a ração com fitase, a melhor conversão alimentar por massa de ovos foi obtida com a relação 12:1 (3,5% Ca e 0,30% Pd) e a pior, com a relação 9:1 (3,5% Ca e 0,38% Pd). No segundo ciclo, o consumo de ração (CR) reduziu com o aumento dos níveis de cálcio (3,5 para 4,2%), fósforo disponível (0,30 para 0,38%) e fitase (0 para 600). As conversões alimentares por massa de ovos e por dúzia de ovos melhoraram, respectivamente, com o aumento dos níveis de fósforo disponível e de fitase, enquanto a gravidade específica melhorou com o aumento do nível de cálcio da ração. Para poedeiras no primeiro ciclo de postura, recomendam-se as relações 14:1 (4,2% Ca:0,30% Pd) sem fitase e 12:1 (3,5% Ca:0,30% Pd) com 600 UF e, para aves no segundo ciclo de postura, recomenda-se relação correspondente a 4,2% Ca e 0,38% Pd. A suplementação de rações deficientes em fósforo disponível com 600 UF melhora o peso dos ovos no segundo ciclo de postura.

Palavras-chave: enzima, poedeiras de ovos marrons, produção de ovos

## Calcium:available phosphorus ratio and phytase levels for semi heavy laying hens in the first and second posture cycle

**ABSTRACT** - Two experiments were carried out to investigate the calcium (Ca):available phosphorus (aP) ratio and the level of phytase in the first and second posture cycle. In the first posture cycle, 128 birds were distributed to a  $3 \times 2 + 1$  factorial arrangement, composed of three Ca:aP ratio [14:1 (4.2% Ca and 0.30% aP), 12:1 (3.5% Ca and 0.30% aP), and 9:1 (3.5% Ca and 0.38% aP)], two levels of phytase (0 and 600 Phytase Units - PU) and a Ca:aP control [11:1 (4.2% Ca and 0.38% aP)]. In the second posture cycle, 240 birds were distributed to a  $2 \times 2 \times 2$  factorial arrangement, composed of two Ca (3.5 and 4.2%), two aP (0.30 and 0.38%) levels and two phytase levels (0 and 600 PU). In the first posture cycle, among birds fed diets without phytase, the greater eggs weight was obtained with 9:1 Ca:aP ratio and the smaller, with 12:1 Ca:aP ratio. The best eggs mass and feed conversion by eggs mass (FCEM) were observed in birds fed a diet with 14:1 Ca:Pd ratio and worse, with the ration with 12:1 Ca:aP ratio. In birds fed diet with phytase, the best FCEM was obtained with 12:1 Ca:aP ratio and worse, with 9:1 Ca:aP ratio. In the second posture cycle, the diet consumption decreased with increasing levels of calcium (3.5 to 4.2%), available phosphorus (0.30 to 0.38%) and phytase (0 to 600 PU). Feed conversion by eggs mass or per dozen eggs improved, respectively, with increasing levels of available phosphorus and phytase, while specific gravity improved with the increase of dietary calcium level. For laying hens in the first posture cycle, it is recommended 14:1 (4.2% Ca:0.30% Pd) ratio without phytase and 12:1 (3.5% Ca:0.30% Pd) ratio with 600 PU and, for birds in the second posture cycle, it is recommended 14:1 (4.2% Ca and 0.38% Pd) ratio. The supplementation of diets deficient in available phosphorus with 600 PU improves egg weight in the second posture cycle.

Key Words: brown laying hens, egg production, enzyme

## Introdução

O fósforo (P) é um mineral essencial no metabolismo e na formação da casca dos ovos (Sohail & Roland, 2002). De acordo com Wu et al. (2006), somente 20 a 50% do total do fósforo dos alimentos de origem vegetal se encontra disponível para aves, pois o restante se encontra na forma de fitato. O fitato, além de reduzir a disponibilidade do fósforo, forma complexos insolúveis com as proteínas dietéticas (Ferket, 1993) e com cátions, como cálcio, cobre, zinco, magnésio, manganês e ferro presentes nos alimentos consumidos (Klasing, 1998), que adquirem resistência à digestão enzimática (Mroz et al., 1994), reduzindo a disponibilidade desses nutrientes.

Em virtude da reduzida disponibilidade de fósforo nos ingredientes de origem vegetal e da produção insuficiente de fitase endógena pelas aves para hidrolisar o fitato liberando o fósforo (Maenz & Classen, 1998), comumente são incorporadas às dietas fontes de fósforo inorgânico, como o fosfato bicálcico. Entretanto, a suplementação das dietas com fósforo inorgânico, além do alto custo, pode ocasionar problemas ambientais (Wu et al., 2006). Em áreas com alta densidade de criação de aves comerciais, o fósforo presente nas excretas apresenta elevado potencial de poluição (Smith et al., 2001) e pode prejudicar a qualidade do solo e da água. O fósforo lixiviado do solo estimula o rápido crescimento de algas e reduz os níveis de oxigênio, comprometendo a vida aquática.

Com a suplementação das dietas com fitase exógena, os níveis de fósforo total das dietas podem ser reduzidos, a eficiência como o fósforo é retido é melhorada e sua excreção no meio ambiente é reduzida (Wu et al., 2006; Plumstead et al., 2007).

Borrmann et al. (2001), em pesquisa com poedeiras Hy Line durante o segundo ciclo de postura, recomendaram 0,36 de fósforo disponível para a dieta suplementada e 0,40% para a não suplementada com fitase (300 UF). Segundo De Lange et al. (1999), a utilização do fósforo é afetada pela relação Ca:P da dieta e deve ser mantida em baixos níveis. O excesso de cálcio influencia a disponibilidade de outros minerais e o excesso de fósforo afeta negativamente a qualidade da casca dos ovos (Silversides et al., 2006).

Poucos estudos têm sido realizados para avaliar a influência da fitase sobre as exigências de fósforo de poedeiras e os efeitos da adição de fitase em níveis superiores às recomendações da indústria.

Com as novas opções de aditivos, nas recomendações de fósforo disponível para poedeiras semipesadas (NRC, 1994, Rostagno et al., 2000) e de relações cálcio e fósforo

disponível, deve-se considerar o uso da fitase como forma de reduzir o nível dietético de fósforo inorgânico. Neste estudo avaliaram-se a exigência de fósforo disponível e as relações Ca: Pd, com a adição ou não de fitase na ração, para poedeiras semipesadas na fase de produção.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Setor de Pesquisas em Nutrição de Aves do Centro de Formação de Tecnólogos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus* de Bananeiras, em dois galpões experimentais abertos nas laterais, com pé-direito de 2 m, largura de 4 m e comprimento de 26 m, cobertura de telhas de barro em duas águas e duas fileiras duplas de gaiolas de arame galvanizado, separadas por um corredor central de 0,8 m.

No experimento 1, foram utilizadas 128 poedeiras semipesadas Lohmann Brown durante o primeiro ciclo de postura, com 28 semanas de idade e peso inicial de  $1,71 \pm 0,22$  kg. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial  $3 \times 2 + 1$  (três relações fixas Ca:P  $\times$  dois níveis de fitase + controle), que resultaram em sete tratamentos (T) com quatro repetições de seis aves.

As dietas foram formuladas (Tabela 1) com relações Ca:P de 14:1 (4,2% Ca, normal, e 0,30% Pd, baixo); 12:1 (3,5% Ca e 0,30% Pd, baixos); 11:1 (4,20% Ca e 0,38% Pd, normais) e 9:1 (3,5% Ca, baixo, e 0,38% Pd, normal). Apenas as dietas com baixos níveis de Pd foram suplementadas com fitase (600 UF/kg ou 12 g de fitase por 100 kg de ração - Natuphos<sup>®</sup>).

O programa de luz foi de 17 horas e as aves receberam 110 g de ração/dia. O experimento foi realizado em seis subperíodos de 28 dias e concluído quando as aves completaram 44 semanas de idade. Ao final de cada subperíodo, as aves e as sobras de ração dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o ganho de peso e o consumo de ração foram mensurados. A produção de ovos foi anotada diariamente, enquanto o peso dos ovos foi calculado como a média dos últimos cinco dias de cada subperíodo experimental. No cálculo da massa de ovos, a produção de ovos foi multiplicada pelo peso dos ovos e, posteriormente, a conversão por massa de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração e a massa de ovos produzida. A qualidade da casca foi estimada pela gravidade específica dos ovos, segundo o método descrito por Hempe et al. (1978).

As análises dos níveis plasmáticos (Pp) de fósforo foram realizadas utilizando-se amostras de sangue de uma ave por parcela, obtidas individualmente em frascos de vidro e centrifugadas a 4.000 rpm para obtenção do soro. O conteúdo de fósforo no plasma foi determinado por

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais, na matéria natural

Ingrediente	Relação cálcio:fósforo disponível			
	14: 1	12: 1	11: 1 <sup>1</sup>	9: 1
Milho, 8,8% PB	55,490	55,490	55,490	55,490
Farelo de soja, 45% PB	23,561	23,561	23,561	23,561
Calcário	9,962	8,139	9,682	7,860
Fosfato bicálcico	1,140	1,140	1,572	1,572
DL-metionina 99%	0,182	0,182	0,182	0,182
L-lisina HCl 78,4%	0,008	0,008	0,008	0,008
Óleo de soja	3,991	3,991	3,991	3,991
Sal comum	0,286	0,285	0,285	0,285
Mistura vitamínica <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Bicarbonato de sódio	0,293	0,293	0,293	0,293
Cloreto de colina, 70%	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitase <sup>4</sup>	0,012	0,012	0,000	0,012
Areia lavada	4,866	6,689	4,726	6,536
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição química				
EMAn, kcal/kg	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta, %	15,600	15,600	15,600	15,600
Metionina digestível, %	0,428	0,428	0,428	0,428
Metionina+cistina digestível, %	0,685	0,685	0,685	0,685
Lisina digestível, %	0,800	0,800	0,800	0,800
Treonina digestível, %	0,603	0,603	0,603	0,603
Triptofano digestível, %	0,186	0,186	0,186	0,186
Cálcio, %	4,200	3,500	4,200	3,500
Fósforo disponível, %	0,300	0,300	0,380	0,380
Sódio, %	0,225	0,225	0,225	0,225
Cloro, %	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio, %	0,600	0,600	0,600	0,600

<sup>1</sup> Recomendações nutricionais segundo Rostagno et al. (2005).

<sup>2</sup> Composição básica do produto: vit. A; vit. D<sub>3</sub>; vit. E; vit. K; vit. B<sub>1</sub>; vit. B<sub>2</sub>; vit. B<sub>6</sub>; vit. B<sub>12</sub>; niacina; ácido fólico; ácido pantotênico; selenito de sódio; antioxidante; veículo: farelinho de trigo desengordurado moído fino; Q.S.P.

Níveis de garantia por kg do produto: vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D<sub>3</sub> - 2.500.000 U.I.; vit. E - 6.000 U.I.; vit. K - 1.600 mg; vit. B<sub>12</sub> - 11.000; niacina - 25.000 mg; ácido fólico - 400 mg; ácido pantotênico - 10.000 mg; Se - 300 mg; antioxidante - 20 g.

<sup>3</sup> Composição básica do produto: monóxido de manganês; óxido de zinco; sulfato de ferro; sulfato de cobre; iodeto de cálcio; veículo Q.S.P (caulim). Níveis de garantia por kg do produto: Mn - 150.000 mg; Zn - 100.000 mg; Fe - 100.000 mg; Cu - 16.000 mg; I - 1.500 mg.

<sup>4</sup> Nível de fitase: 0 ou 600 UF (0 ou 6 g de fitase comercial/100 kg) das dietas com relações Ca:P de 14:1; 12:1 e 9:1.

colorimetria em espectrofotômetro utilizando-se o *Kit Labtest*.

A resistência óssea foi determinada nas tíbias esquerdas das aves, submetidas ao teste de resistência à quebra. As tíbias direitas, após a retirada da gordura no extrator Soxhlet, foram mantidas em mufla a 600°C durante 4 horas (Silva, 1991) para determinação dos teores de cinzas (CT). A resistência óssea (RO) da tíbia esquerda foi avaliada em prensa mecânica no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. Os ossos foram colocados na posição horizontal sobre dois suportes e submetidos à pressão, aplicada no centro de cada osso. A quantidade máxima de força aplicada no osso antes de sua ruptura foi considerada resistência à quebra.

As análises estatísticas dos efeitos principais e das interações foram realizadas pelo teste F (P<0,05), excluindo-se a dieta controle com relação Ca:P de 11:1. As diferenças significativas entre as interações e os efeitos principais

foram avaliadas pelo teste Student Newman Keuls (P<0,05). Em seguida, a dieta controle foi comparada às demais pelo teste de Dunnett (P<0,05).

No experimento 2, foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas Lohmann Brown com 70 semanas de idade, durante o segundo ciclo de postura. A muda forçada teve duração de dez dias e foi realizada pelo método proposto por Silva et al. (2003), com a oferta de uma cota fixa de 10 g de milho moído/ave/dia, para atenuar os efeitos do estresse causado pela restrição alimentar.

As aves foram pesadas individualmente (peso inicial de 1,775 ± 0,450 kg) e distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 × 2 × 2 (3,5 e 4,2% Ca × 0,30 e 0,38% Pd × 0 e 600 UF), que resultaram em oito tratamentos, cada um com cinco repetições de seis aves. As rações experimentais foram as mesmas utilizadas no experimento 1 (Tabela 1) com a diferença de que a dieta controle também foi suplementada com fitase.

A ração foi fornecida na quantidade de 120 g/ave/dia, com água à vontade, durante quatro subperíodos de 28 dias. A cada subperíodo, as aves e as sobras de ração foram pesadas. Avaliaram-se o consumo de ração (CR), a produção de ovos (PR), o peso dos ovos (PO), a massa de ovos (MO), a conversão por massa de ovos (CMO), a conversão por dúzia de ovos (CDZ) e a gravidade específica da casca do ovo (GE).

As análises estatísticas foram realizadas no programa SAEG e as médias dos tratamentos foram submetidas à análise da variância e comparadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ). As diferenças significativas dos efeitos principais e das interações foram avaliadas pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

No primeiro ciclo de postura, excluindo-se a relação controle, houve interação ( $P \leq 0,05$ ) entre a relação Ca:Pd e os níveis de fitase para o peso dos ovos, a massa de ovos e a conversão por massa de ovos. O consumo de ração, a produção de ovos (Tabela 2), o peso e a massa de ovos (Tabela 3) e a conversão alimentar por massa e por dúzia de

ovos (Tabela 4), bem como a gravidade específica da casca dos ovos obtidos com a ração controle (Tabela 5), não diferiram ( $P > 0,05$ ) dos encontrados com as demais rações.

No grupo de aves alimentadas com a ração sem fitase, o maior peso dos ovos foi obtido com a relação Ca:Pd de 9:1 e o menor ( $P < 0,05$ ), com a relação 12:1, enquanto a melhor massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos foram obtidas na relação 14:1 e a pior conversão alimentar por massa de ovos, com a relação 12:1. O maior peso dos ovos com a menor relação Ca:Pd pode ser explicado pela redução da produção de ovos, que, apesar de não-significativa estatisticamente, foi 8,4 pontos percentuais inferior à produção das aves alimentadas com a dieta com relação Ca:Pd de 14:1. Segundo Flemming (2005), há estreita correlação entre a produção e o tamanho dos ovos, de modo que uma redução na taxa de postura aumenta o peso dos ovos, indicando tendência de as poedeiras manterem a massa de ovo produzida.

Nas aves alimentadas com a ração suplementada com fitase, a melhor conversão alimentar por massa de ovos foi obtida com a relação 12:1 e a pior, com a relação 9:1. A redução da relação Ca:Pd ótima de 14:1 (4,2% Ca:0,3% Pd)

Tabela 2 - Consumo de ração (CR) e produção de ovos (PR) de poedeiras alimentadas com rações contendo diversos níveis de cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd) e fitase (UF)

UF	Consumo de ração (g)				Produção de ovos (%)			
	Cálcio:fósforo disponível				Cálcio:fósforo disponível			
	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média
0	112,4	110,4	109,2	110,7	93,1	82,9	84,7	87,0
600	109,3	109,6	109,1	109,3	89,1	89,0	82,6	86,3
Média	111,3	109,8	109,2		91,1a	85,5ab	83,5b	
Controle <sup>1</sup>		110,0				87,3		
CV (%)		2,022				6,245		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas são estatisticamente semelhantes ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup>Controle: relação Ca:Pd de 11:1 (4,2% Ca:0,38% Pd).

Tabela 3 - Peso do ovo (PO) e massa de ovos (MO) de poedeiras alimentadas com rações contendo diversos níveis de cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd) e fitase (UF)

UF	Peso do ovo (g)				Massa de ovos (g)			
	Cálcio:fósforo disponível				Cálcio:fósforo disponível			
	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média
0	61,8ab	59,8b	63,4aA	61,4	57,5a	49,5bB	53,7ab	53,4
600	61,4	62,2	60,7B	61,3	54,7	55,3A	50,2	53,0
Média	61,6	60,8	61,9	ns	56,1	52,0	51,8	
Controle <sup>1</sup>		60,5				52,8		
CV (%)		2,630				6,561		

14:1 = 4,2% Ca:0,3% Pd; 12:1 = 3,5% Ca:0,3% Pd; 9:1 = 3,5% Ca:0,38% Pd.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas são estatisticamente semelhantes ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup>Controle: relação Ca:Pd de 11:1 (4,2% Ca:0,38% Pd).

Tabela 4 - Conversão por massa de ovos (CMO) e conversão por dúzia de ovos (CDZ) de poedeiras alimentadas com rações contendo diversos níveis de cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd) e fitase (UF)

UF	CMO (kg/kg)				CDZ (kg/dz)			
	Cálcio:fósforo disponível				Cálcio:fósforo disponível			
	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média
0	1,977B	2,263AA	2,044AB	2,091	2,368	2,731	2,605	2,561
600	2,002B	1,983BB	2,190A	2,076	2,476	2,484	2,677	2,562
Média	1,989	2,143	2,125		2,422	2,625	2,645	
Controle <sup>1</sup>		2,081				2,539		
CV (%)		7,054				7,395		

14:1 = 4,2% Ca:0,3% Pd; 12:1 = 3,5% Ca:0,3% Pd; 9:1 = 3,5% Ca:0,38% Pd.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas são estatisticamente semelhantes (P>0,05).

<sup>1</sup>Controle: relação Ca:Pd de 11:1 (4,2% Ca:0,38% Pd).

Tabela 5 - Gravidade específica dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diversos níveis de cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd) e unidades de fitase (UF)

UF	Gravidade específica			
	Cálcio:fósforo disponível			
	14:1 (4,2:0,3%)	12:1 (3,5:0,3%)	9:1 (3,5:0,38%)	Média
0	1,089	1,089	1,089	1,089
600	1,089	1,090	1,089	1,089
Média	1,089	1,089	1,089	
Controle <sup>1</sup>		1090		
CV (%)		0,147		

14:1 = 4,2% Ca:0,3% Pd; 12:1 = 3,5% Ca:0,3% Pd; 9:1 = 3,5% Ca:0,38% Pd.

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, são estatisticamente semelhantes (P>0,05).

<sup>1</sup>Controle: relação Ca:Pd de 11:1 (4,2% Ca:0,38% Pd).

para 12:1 (3,5% Ca:0,3% Pd) com fitase na ração provavelmente foi ocasionada pelo aumento da disponibilidade de cálcio. Segundo Klasing (1998), a fitase aumenta a disponibilidade de fósforo e de cátions divalentes, como Ca, Zn, Fe e Mn. De acordo com Gordon et al. (1998), a fitase promove benefícios em dietas com baixos níveis de fósforo, não só pela maior liberação desse mineral, mas também pela influência do fósforo na melhor utilização do cálcio. A adição de fitase (600 UF) piorou o peso dos ovos na relação 9:1 e melhorou a massa de ovos e a conversão alimentar por massa de ovos (P<0,05) na relação 12:1. O aumento na relação Ca:P de 9:1 para 14:1 melhorou de forma linear (P<0,05) a produção de ovos.

Esses resultados corroboram os encontrados por Snow et al. (2003), que também não constataram efeito da suplementação de três dietas à base de milho e farelo de soja (MFS), MFS + farinha de carne e ossos e MFS + farelinho de trigo com 300 UF sobre a produção de ovos de poedeiras durante o segundo ciclo de postura. Liebert et al. (2005) também não notaram efeito da adição de 300 UF sobre a mortalidade, o consumo de ração, a produção e o peso dos ovos e o ganho de peso de poedeiras alimentadas com ração

contendo milho ou trigo como principal ingrediente energético.

Keshavarz (2003), no entanto, observaram que houve redução no consumo de ração quando as aves receberam dieta com baixos teores de fósforo disponível (0,2 e 0,1%) e que o consumo foi restabelecido com a suplementação de fitase na ração (150 ou 300 UF). Similarmente, Wu et al. (2006) observaram que a redução do fósforo disponível da dieta (de 0,38% para 0,26 e 0,11%) provocou redução no consumo de ração, mas que, quando a fitase foi adicionada às rações, o consumo melhorou, embora ainda tenha ficado abaixo dos valores obtidos com a dieta controle.

No segundo ciclo de postura, a produção de ovos e a massa de ovos não foram afetadas pelos fatores principais (cálcio, P e fitase) e suas interações (Tabelas 6 e 7). O consumo de ração diminuiu quando o nível de cálcio passou de 3,5 para 4,2%, quando o de fósforo disponível passou de 0,30 para 0,38% e o de fitase passou de 0 para 600 UF (P<0,05).

As conversões alimentares por massa e por dúzia de ovos melhoraram (P<0,05), respectivamente, com o aumento do nível de fósforo disponível e da suplementação de fitase



Tabela 6 - Produção de ovos (PR), consumo de ração (CR), peso (PO), massa (MO), conversão por massa (CMO), conversão por dúzia (CDZ) e gravidade específica da casca dos ovos (GE) após a muda forçada de poedeiras semipesadas alimentadas com rações com dois níveis de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), fósforo disponível (Pd) e de fitase (UF)

Nutriente	PR (%)	CR (g/a/d)	PO (g)	MO (g/a/d)	CMO (kg/kg)	CDZ (kg/dz)	GE
Ca <sup>2+</sup> (%)							
3,50	65,20	106,00A	67,46	42,34	2,735	1,682	1,084B
4,20	67,10	102,15B	67,09	41,60	2,555	1,570	1,086A
Pd (%)							
0,30	67,46	106,49A	67,25	41,12	2,826A	1,735A	1,086
0,38	67,85	101,65B	67,30	42,82	2,469B	1,517B	1,085
UF							
0	66,55	106,14A	66,73	41,76	2,763A	1,679A	1,085
600	65,75	102,00B	67,81	42,18	2,527B	1,573B	1,085
CV (%)	2,42	3,44	1,23	5,41	6,25	6,02	0,15

A,B Médias nas colunas seguidas de letras maiúsculas distintas são diferentes (P<0,05) pelo teste SNK.

na ração. Silva et al. (2008), em pesquisa com aves semipesadas durante o primeiro ciclo de produção, também observaram melhora significativa na conversão alimentar por dúzia de ovos com a adição de 600 unidades de fitase.

A gravidade específica das cascas melhorou (P<0,05) com o aumento do nível de cálcio da ração. Esse resultado é compatível com o de vários estudos sobre o efeito do nível de cálcio no fortalecimento da casca dos ovos.

Foram constatadas interações (Tabela 7) dos níveis de cálcio e fósforo disponível para o consumo de ração, as conversões por massa e por dúzia de ovos e entre os níveis de fósforo disponível e fitase para o peso do ovo (P<0,05). Independentemente do uso de fitase, o menor consumo de ração e as melhores conversões por massa e por dúzia de ovos ocorreram com os níveis de 4,2% Ca e 0,38% Pd (relação Ca: Pd de 11:1). Esse resultado está de acordo com a recomendação de cálcio e de fósforo disponível para

galinhas semipesadas no primeiro ciclo de postura proposta por Rostagno et al. (2000).

Recentemente, Silva et al. (2008) realizaram pesquisas com aves semipesadas no primeiro ciclo de postura e sugeriram duas relações Ca: Pd: a primeira, de 14:1, para a dieta não suplementada com fitase (4,2% Ca: 0,30% Pd) e a segunda, de 11:1, para a dieta suplementada com 600 unidades de fitase (3,5% Ca: 0,30% Pd).

A utilização de 600 UF melhorou o peso dos ovos apenas das aves alimentadas com a ração com baixo nível de fósforo disponível (0,30%), provavelmente em virtude do efeito extra da fitase na disponibilidade de minerais, energia e aminoácidos. Esse resultado é coerente com relatos de Peter (1992) de que galinhas alimentadas com ração com baixo nível de fósforo disponível e fitase apresentaram peso dos ovos significativamente maior que o daquelas alimentadas com a mesma dieta sem fitase.

Tabela 7 - Interações de cálcio (%Ca) e fósforo disponível (Pd) e de fósforo e fitase (UF) sobre o consumo de ração (CR), a conversão por massa (CMO), a conversão por dúzia (CDZ) e o peso dos ovos (PO) de poedeiras semipesadas

	CR		CMO		CDZ		PO	
	%Ca		%Ca		%Ca		UF	
% Pd	3,5	4,2	3,5	4,2	3,5	4,2	0	600
0,30	106,30	106,68A	2,710	2,942A	1,671	1,800A	65,96b	68,54a
0,38	105,70a	97,61bB	2,760a	2,168bB	1,693a	1,340bB	67,50	67,08

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas são estatisticamente semelhantes (P>0,05).

## Conclusões

Diets contendo relação cálcio:fósforo disponível de 14:1 (4,2% de Ca e 0,3% de Pd), sem suplementação de fitase, ou com relação cálcio: fósforo disponível de 12:1 (3,5% de Ca e 0,3% de Pd), com suplementação de fitase (300 UF), promovem desempenho satisfatório em poedeiras semipesadas no primeiro ciclo de postura. Dieta contendo 4,2% de cálcio e 0,38% de fósforo disponível proporciona desempenho satisfatório em poedeiras semipesadas no segundo ciclo de postura.

## Literatura Citada

- BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. et al. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível em rações de poedeiras de segundo ciclo. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.
- 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.
- FERKET, P.R. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, p.75-81, 1993.
- FLEMMING, E. Controlling late egg size. **World Poultry**, v.21, n.2, p.14-15, 2005.
- GORDON, R.W.; ROLAND, D.A.S.R. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. **Poultry Science**, v.77, p.290-294, 1998.
- HEMPE, J.M.; LAUXEN, R.C.; SAGAGE, J.E. A rapid determination of egg weight and specific gravity using computerized collection system. **Poultry Science**, v.67, p.902-907, 1988.
- 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.
- KLASING, K. **Comparative avian nutrition**. Wallingford: CAB, 1998. 350p.
- LIEBERT, F.; HTOO, J.K.; SÜNDER, A. Performance and nutrient utilization of laying hens fed low-phosphorus corn-soybean and wheat soybean diets supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, v.84, p.1576-1583, 2005.
- MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, v.77, p.557-563, 1998.
- MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.126-132, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994. 156p.
- PETER, W. Investigations on the use of phytate in the feeding of laying hens. In: WORDL'S POULTRY CONGRESS, 19., 1992, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: BASF, 1992. p.672.
- PLUMSTEAD, P.W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; MAGUIRE, R.O. et al. Effects of phosphorus level and phytate in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.86, p.225-231, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos** (Composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T. et al. Enzymes supplementation of corn/soybean meal diets improves ileal digestibility of nutrients in broiler chicks. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. (Eds.). **Biotechnology in the feed industry - Altech's Sixteen Annual Symposium**. Lexington: Alltech, 2000. p.175-182.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos** (Métodos físicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 166p.
- SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A.; GOULART, C.C. et al. 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, n.12, p.2157-2165, 2008.
- SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E.L. Efeito do alho (*Allium sativum* Linn.), probiótico evirginiamicina antes, durante e depois do estresse induzido pela muda forçada em poedeiras semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1697-1704, 2003.
- SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A.; KORVER, D.R. et al. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. **Poultry Science**, v.85, p.297-305, 2006.
- SMITH, T.N.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. et al. The use of near-infrared reflectance spectroscopy to predict the moisture, nitrogen, calcium, total phosphorus, gross energy, and phytate phosphorus contents broiler excreta. **Poultry Science**, v.80, p.314-319, 2001.
- SNOW, J.L.; DOUGLAS, M.W.; PARSONS, C.M. Phytase effects on amino acids digestibility in molted laying hens. **Poultry Science**, v.82, p.474-477, 2003.
- 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.
- VALAJA, J.; PLAAMI, S.; SILJANDER-RASI, H. Effect of microbial phytase on digestibility and utilization of phosphorus and protein in pigs fed wet barley protein with fibre. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.221-233, 1998.
- WU, G.; LIU, Z.; BRYANT, M.M. et al. Comparison of natuphos and phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. **Poultry Science**, v.85, p.64-79, 2006.