



## Avaliação técnica e econômica da matriz nutricional da enzima fitase em rações contendo farelo de girassol para poedeiras comerciais<sup>1</sup>

Otto Mack Junqueira<sup>2</sup>, Rosemeire da Silva Filardi<sup>3</sup>, Elaine Cristina Ligeiro<sup>2</sup>, Elenice Maria Casartelli<sup>2</sup>, Sarah Sgavioli<sup>2</sup>, Vinícius Assuena<sup>2</sup>, Karina Ferreira Duarte<sup>2</sup>, Antonio Carlos de Laurentiz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP.

<sup>3</sup> Departamento de Biologia e Zootecnia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

**RESUMO** - Cento e oitenta poedeiras comerciais Isa Brown, com 60 semanas de idade, foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com dois níveis de fitase (0 e 500 ftu/kg de ração) e dois de farelo de girassol (4 e 8%), totalizando cinco dietas, avaliadas com seis repetições de seis aves. As dietas foram formuladas a partir de uma ração controle, à base de milho e farelo de soja, isenta de fitase e farelo de girassol, valorizando na formulação das dietas a matriz nutricional da fitase. O período experimental foi dividido em quatro ciclos de 28 dias cada. A matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento pleno das exigências das aves, mesmo quando as dietas foram formuladas com níveis nutricionais reduzidos, isso quando desconsiderados os nutrientes presentes na matriz nutricional da enzima, de acordo com recomendação da empresa produtora. A adição de fitase na dieta reduz a excreção de fósforo pelas aves e melhora os parâmetros econômicos. A inclusão de farelo de girassol no nível de 8% prejudica a produção de ovos, mas não afeta os demais parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos.

Palavras-chave: aditivo, alimentos alternativos, análise econômica

## Technical and economical evaluation of the nutritional matrix of phytase enzyme diets with sunflower meal for laying hens

**ABSTRACT** - One hundred and eighty Isa Brown laying hens at 60 weeks of age were arranged in a completely randomized design in a  $2 \times 2$  factorial scheme, with two levels of phytase (0 and 500 ftu/kg ration) and two levels of sunflower meal (4 and 8%) totalizing five diets, evaluated with six replicates with six birds. Diets were formulated from a control ration based on corn and soybean meal free from phytase and sunflower meal, valuing the nutritional phytase matrix in diets formulation. The experimental period was divided in four 28-day cycles. The nutritional matrix suggested for phytase completely met the requirement by hens, even when diets were formulated with reduced nutritional levels when the nutrients present in the enzyme nutritional matrix were not considered accordingly to recommendations by the manufacturer. Addition of phytase in the diet reduces excretion of phosphorus by the birds and it improves the economical parameters. Inclusion of sunflower meal at 8% level negatively affects egg production, but it does not affect the other performance parameters and egg quality.

Key Words: additive, alternative foods, economical analysis

### Introdução

O farelo de girassol, subproduto da indústria de óleo vegetal, apesar de possuir uma proteína rica em aminoácidos sulfurados, apresenta algumas limitações quanto à utilização em rações para aves, como baixos teores de lisina e treonina e alta concentração de fibra, o que, de acordo com Stringhini et al. (2000), além de contribuir para seu baixo valor de energia metabolizável (1.777 kcal EM/kg), diminui o aproveitamento dos

nutrientes, prejudicando o desempenho e piorando a conversão alimentar das aves.

Diversos estudos foram desenvolvidos com o intuito de melhorar a utilização de farelo de girassol em rações para frangos, entretanto, trabalhos com o uso de farelo de girassol em rações para poedeiras em fase de produção são escassos e os resultados variam muito (Karunajeewa et al., 1989; Serman et al., 1997; Casartelli et al., 2006).

Na formulação de rações com alimentos alternativos, como o farelo de girassol, a utilização da enzima fitase pode

tercusto/benefício favorável. De acordo com Cromwell (1991), a fitase é uma enzima que atua nas ligações do grupo fosfato do fitato, liberando o fósforo e outros minerais que fazem parte dessa molécula. Além de melhorar a disponibilidade do fósforo, o uso dessa enzima melhora também a disponibilidade de outros minerais, como magnésio, manganês, cobre, ferro e zinco. Como os monogástricos não sintetizam a enzima fitase, a eficiência no aproveitamento do fósforo de origem vegetal por esses animais é baixa.

Entretanto, os benefícios da adição de fitase em rações para poedeiras precisam ser mais amplamente estudados, uma vez que a maior parte dos trabalhos existentes na literatura restringe-se à inclusão de fitase em rações para frangos de corte ou à sua inclusão em rações formuladas principalmente com milho e farelo de soja (Keshavarz, 2003; Bess et al., 2006; Viana et al., 2009). Além disso, em estudos com poedeiras, geralmente a matriz nutricional da fitase não é considerada no momento de formulação das rações. A matriz nutricional da enzima indica a quantidade de nutrientes (energia, proteína, cálcio, fósforo e aminoácidos) que será liberada quando a fitase é acrescentada à ração.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar técnica e economicamente a utilização de fitase e sua matriz nutricional em rações contendo farelo de girassol para poedeiras comerciais.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal e foi dividido em quatro períodos de 28 dias, perfazendo um total de 112 dias.

As instalações utilizadas foram galpões convencionais de postura (3 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 × 40 × 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas, e o bebedouro do tipo copo plástico.

Foram utilizadas 180 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 60 semanas de idade (em primeiro ciclo de postura), alojadas em gaiolas convencionais de arame galvanizado (100 × 40 × 40 cm). Inicialmente, as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal (1940 ± 60 g) para uniformização do lote e, por um período de quatro semanas, a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas para equalização da produção (81 ± 6%).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 2, com dois níveis de fitase na dieta (0 e 500 ftu kg/ração) e dois de farelo de girassol (4 e 8%), totalizando cinco dietas e seis repetições de seis aves, avaliadas em 30 parcelas. As dietas foram compostas a partir de uma ração controle, à base de milho e farelo de soja, e foram formuladas para ser isonutritivas – com exceção daquelas contendo fitase, cujos níveis de fósforo total foram reduzidos (Tabela 1) – e atender às recomendações mínimas de Rostagno et al. (2005).

Assim, as dietas podem ser descritas como: controle, formulada com milho e farelo de soja, sem adição de fitase; 4% de farelo de girassol, sem adição de fitase; 8% de farelo de girassol, sem adição de fitase; 4% de farelo de girassol + 500 ftu/kg de ração e valorização da matriz nutricional de fitase; 8% de farelo de girassol + 500 ftu de fitase/kg de ração e valorização da matriz nutricional de fitase.

A enzima fitase, obtida comercialmente, foi a Natuphos 10.000G, marca registrada da empresa BASF, obtida pela fermentação com fungos do grupo *Aspergillus niger*, contendo atividade inicial mínima declarada pelo fabricante de 10.000 ftu/g. A matriz nutricional da fitase foi 2959% de proteína bruta (158% de lisina, 53% de metionina+cistina e 171% de treonina), 697.056 kcal/kg de energia metabolizável aparente, 2192% de cálcio e 2521% de fósforo disponível. Desta forma, considerou-se que a fitase contribuiu com 35 kcal de energia metabolizável aparente, 0,15% de proteína, 0,11% de cálcio, 0,13% de fósforo, 0,003% de metionina + cistina 0,008% de lisina e 0,0085% de treonina. Desconsiderando a contribuição da fitase, as dietas apresentam níveis nutricionais reduzidos.

O farelo de girassol utilizado apresentou 91,5% de matéria seca, 31% de proteína bruta, 19,2% de fibra bruta, 1,54% de extrato etéreo, 0,45% de cálcio e 1,02% de fósforo total. Ao final de cada período, o desempenho das aves foi avaliado com base nos dados de consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso dos ovos (g) e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo).

Os parâmetros de qualidade dos ovos foram avaliados durante os dois últimos dias de cada período, quando foram coletados aleatoriamente três ovos por repetição para determinação de espessura de casca (mm), unidades Haugh e porcentagem de casca. A gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>) foi determinada com todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas dos dois dias de avaliação, adotando-se o procedimento de soluções de NaCl, de acordo com recomendação de Moreng & Avens (1990). Entre as soluções, a densidade variou de 1,065 a 1,100 g/cm<sup>3</sup> com gradiente de 0,005 entre as medidas.

Tabela 1 - Composição das dietas e custo dos ingredientes

Ingrediente (%)	Custo (R\$/kg)	Sem fitase				Com fitase	
		Controle	4% girassol	8% girassol	4% girassol	8% girassol	
Milho grão	0,47	64,98	62,50	60,02	64,94	62,45	
Farelo de soja	0,75	21,69	19,25	16,80	18,46	16,00	
Calcário calcético	0,10	8,85	8,85	8,85	9,01	9,01	
Farelo de girassol com casca	0,50	0,00	4,00	8,00	4,00	8,00	
Óleo de soja	2,40	2,11	2,98	3,85	1,84	2,71	
Fosfato bicálcico	2,30	1,35	1,37	1,41	0,70	0,72	
Cloreto de sódio	0,25	0,44	0,45	0,45	0,44	0,45	
Suplemento vitamínico mineral <sup>1</sup>	5,30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
L-lisina HCl (78%)	4,45	0,08	0,11	0,14	0,12	0,15	
DL-metionina (98%)	22,13	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	
Antioxidante	6,50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Fitase	26,69	0,00	0,00	0,00	0,005	0,005	
Composição nutricional calculada							
Energia metabolizável (Mcal/kg)	-	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	
Proteína bruta (%)	-	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	
Cálcio (%)	-	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	
Fósforo total (%)	-	0,53	0,52	0,52	0,39	0,39	
Fósforo disponível (%)	-	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Fibra bruta (%)	-	2,55	2,35	2,16	2,35	2,16	
Lisina digestível (%)	-	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	
Metionina + cistina digestível (%)	-	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	
Metionina digestível (%)	-	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	
Treonina digestível (%)	-	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	
Triptofano digestível (%)	-	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	
Sódio (%)	-	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	

<sup>1</sup> Enriquecido por quilograma de ração: vit. A - 6.250 UI; vit. D3 - 2.500 UI; vit. E - 13 mg; vit. K3 - 1 mg; vit. B1 - 1,5 mg; vit. B2 - 3,4 mg; vit. B6 - 1 mg; vit. B12 - 20 mcg; ácido fólico - 0,25 mg; ácido pantotênico - 2,85 mg; niacina - 10 mg; biotina - 0,1 mg; colina - 0,24 mg; cobe - 7,5 mg; zinco - 60 mg; manganês - 46 mg; iodo - 1 mg; selênio - 0,2 mg; antioxidante - 0,4 mg; metionina - 1,4 g.

Ao final do experimento foi realizado um ensaio de metabolismo para quantificar os teores de fósforo e nitrogênio nas excretas de poedeiras comerciais. O método utilizado foi o de coleta total de excretas. O ensaio teve duração de cinco dias. Foi adicionado 1,0% de óxido férrico em todas as rações, no primeiro e no último dia, como marcador do início e do término da coleta das excretas. A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Ao término do período, as amostras de cada parcela, assim como de cada ração utilizada, foram enviadas ao laboratório para quantificação dos teores de matéria seca, fósforo e nitrogênio, de acordo com as metodologias descritas por Silva (2002).

Ao término do experimento, foi realizada também uma avaliação econômica. Para os custos de produção, foi considerado apenas o custo com a ração, uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todas dietas experimentais. O custo da ração para produzir uma dúzia de ovos ou um quilograma de ovos foi determinado considerando a quantidade de ração necessária para a produção de uma dúzia ou de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração. O custo das rações foi determinado considerando a composição das rações e o preço dos ingredientes obtidos em junho de 2008.

Com exceção dos dados econômicos, os demais dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS<sup>®</sup> (SAS Institute, 2002), e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Para todos os parâmetros de desempenho (Tabela 2), o contraste fatorial vs controle não foi significativo ( $P>0,05$ ). Entretanto, a interação entre os níveis de farelo de girassol e os de fitase influenciou ( $P<0,05$ ) a massa de ovos. Dentro dos níveis de farelo de girassol, os níveis de adição de fitase somente tiveram influência no desempenho das aves quando o nível de farelo de girassol foi de 8%, assim a adição de fitase (500 ftu/kg de ração) determinou maior massa de ovos em relação à ausência da enzima.

Os níveis de farelo de girassol, no entanto, tiveram efeito apenas na ausência de fitase (Tabela 2), e, no nível de 4% de farelo de girassol, a massa de ovos foi maior que no nível de 8%. Esses resultados comprovam que a adição de fitase favoreceu a utilização do nível mais alto de farelo de girassol (8%), podendo ter disponibilizado nutrientes contidos no milho e/ou farelo de girassol.

Os níveis de farelo de girassol influenciaram ( $P < 0,05$ ) apenas a produção de ovos, que foi maior nas aves que receberam as dietas contendo 4% de farelo de girassol em comparação àquelas alimentadas com a ração com 8% desse ingrediente, correspondendo a uma produção de 82,38 e 79,00%, respectivamente. Neste experimento, a diminuição na produção de ovos com a adição de 8% de farelo de girassol contraria os resultados obtidos por Serman et al. (1997) e Casartelli et al. (2006). Por outro lado, a ausência de efeito dos níveis de farelo de girassol sobre os demais parâmetros de desempenho está de acordo com o observado por Serman et al. (1997) e Casartelli et al. (2006) quando utilizaram, respectivamente, até 24 e 12% de farelo de girassol.

Os níveis de fitase influenciaram ( $P < 0,05$ ) apenas o consumo de ração, que foi maior nas aves que receberam dietas com fitase. Resultado similar foi obtido por Borrmann et al. (2001), que relataram que o consumo de ração em aves alimentadas com rações com baixo nível de fósforo disponível (0,18% Pd) e com fitase foi superior ao obtido com uma dieta controle (0,36% Pd e sem adição de fitase). Por outro lado, Viana et al. (2009), também avaliando a matriz nutricional da enzima fitase, porém de origem bacteriana, em rações para poedeiras, não observaram efeito sobre o consumo de ração.

Neste estudo, o maior consumo de ração pode ter sido determinado pela menor disponibilização de energia que a

considerada na formulação das dietas quando valorizada a matriz fítica. Apesar de a fitase afetar o consumo de ração, o mesmo não ocorreu para a conversão alimentar.

As demais características de desempenho não apresentaram variações significativas ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de fitase. Esses resultados estão de acordo com Bess et al. (2006), que não constataram diferenças significativas na porcentagem de postura em matrizes de corte alimentadas com rações com valorização plena da matriz nutricional da fitase, ou seja, com níveis nutricionais reduzidos, em comparação com as aves que receberam ração convencional com níveis nutricionais adequados e sem fitase.

De forma similar, Liu et al. (2007) e Viana et al. (2009) também constataram que a adição de fitase e a utilização de sua matriz nutricional em rações com níveis reduzidos de fósforo para poedeiras não afetaram a produção de ovos, o peso do ovo e a conversão alimentar por dúzia de ovos. Assim como nesses dois estudos, a matriz nutricional preconizada para fitase permitiu o atendimento das exigências das aves, de modo que, mesmo aquelas alimentadas com as rações com níveis nutricionais reduzidos não tiveram o desempenho comprometido.

Para todas as variáveis de qualidade dos ovos (Tabela 3) o contraste fatorial vs controle não foi significativo ( $P > 0,05$ ). Da mesma forma, os parâmetros de qualidade dos ovos não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de farelo de girassol e níveis de adição de fitase. O mesmo foi observado para a interação entre estes fatores (níveis de farelo de girassol vs. níveis de fitase).

Tabela 2 - Desempenho produtivo de poedeiras alimentadas com dietas contendo farelo de girassol e dois níveis de fitase no período de 64 a 80 semanas de idade

Nível de fitase (ftu/kg)	Farelo de girassol (%)		Média	Controle	CV (%)
	4	8			
	Consumo (g/ave/dia)				
500	101,20	102,12	101,66A	101,72NS	2,46
0	100,50	97,96	99,22B		
Média	100,84	100,04	100,44		
	Produção de ovos (%)				
500	82,15	81,83	81,99	80,10NS	4,83
0	82,62	76,18	79,4		
Média	82,38a	79,00b	80,70		
	Peso do ovo (g)				
500	66,4	67,60	67,00	66,70NS	2,97
0	66,80	66,43	66,61		
Média	66,59	67,01	66,80		
	Massa de ovos (g/ave/dia)				
500	54,44aA	55,27aA	54,86	53,38NS	4,85
0	55,15aA	50,55bB	52,85		
Média	54,80	52,91	53,85		
	Conversão alimentar (kg/kg)				
500	1,864	1,852	1,858	1,909NS	4,61
0	1,827	1,951	1,889		
Média	1,845	1,901	1,873		

Médias na coluna (linha) seguidas de diferentes letras maiúsculas (minúsculas) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. São apresentadas também as comparações das médias entre fatoriais e controle, sendo NS =  $P > 0,05$ .

Tabela 3 - Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de girassol e fitase

Nível de fitase (ftu/kg)	Farelo de girassol (%)		Média	Controle	CV (%)
	4	8			
	Unidade Haugh				
500	88,05	88,85	88,45	87,75NS	3,75
0	86,51	86,75	86,63		
Média	87,28	87,80	87,60		
	% de casca				
500	8,98	8,82	8,90	8,84NS	2,89
0	8,70	8,70	8,70		
Média	8,84	8,76	8,80		
	Espessura de casca (mm)				
500	0,354	0,353	0,353	0,359NS	3,18
0	0,350	0,351	0,350		
Média	0,352	0,352	0,352		
	Gravidade específica				
500	1,0855	1,0855	1,0855	1,0848NS	0,17
0	1,0842	1,0850	1,0846		
Média	1,0848	1,0852	1,0850		

Médias na coluna (linha) seguidas de letras maiúsculas (minúsculas) diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey. São apresentadas também a comparação das médias entre fatoriais e controle, sendo NS =  $P > 0,05$ .

Para unidade Haugh e a espessura da casca, Casartelli et al. (2006) também não encontraram efeito negativo da inclusão de até 12% de farelo de girassol em rações para poedeiras de 41 semanas de idade. Entretanto, esses autores avaliaram a porcentagem de casca e a gravidade específica dos ovos e verificaram efeito cúbico dos níveis de farelo de girassol (0, 4, 8 e 12%). Por outro lado, Karanajeewa et al. (1989) avaliaram o aumento na inclusão de farelo de girassol (até 18,97%) em rações para poedeiras e não observaram efeito sobre a gravidade específica, mas notaram diminuição na unidade Haugh com o aumento dos níveis desse subproduto na ração.

Para os níveis de fitase, os resultados obtidos para qualidade externa da casca do ovo, medida pela gravidade específica, estão de acordo com relatos de Bess et al. (2006), que não observaram efeito negativo de rações com baixos níveis nutricionais e contendo fitase sobre a gravidade específica dos ovos, o que comprova que a matriz nutricional preconizada para fitase atendeu plenamente às exigências das aves.

Embora não tenha avaliado a matriz nutricional da fitase, Keshavarz (2003) também não encontrou diferenças na gravidade específica dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo 0,10% de fósforo disponível e fitase (300 ftu/kg de ração) em comparação a uma ração controle contendo 0,45% de fósforo disponível e sem suplementação de fitase. Da mesma forma, efeito positivo da fitase também foi observado por Fireman et al. (1999), que avaliaram poedeiras de 25 semanas de idade alimentadas com rações contendo fitase (300 e 600 ftu/kg) e verificaram que a fitase corrigiu os efeitos adversos na qualidade externa do ovo (gravidade específica e a deposição de cálcio na casca)

provocados pelo aumento da inclusão do farelo de arroz (0, 20 e 40%).

Por outro lado, Vieira & Bertechini (2001) avaliaram poedeiras de segundo ciclo alimentadas com rações à base de farelo de soja, milho e farelo de arroz (8%) contendo 0,16% de Pd e com fitase (100, 200, 300 e 400 ftu/kg) e verificaram efeito positivo da fitase sobre a qualidade da casca apenas com o nível de 100 ftu/kg de ração. Os autores relataram que à medida que aumentou o nível de fitase, diminuiu a gravidade específica dos ovos, fato que atribuíram à maior disponibilização de fósforo fítico, que prejudicou a qualidade dos ovos. Uma explicação para o decréscimo na gravidade específica dos ovos seria a menor exigência de fósforo em poedeiras de segundo ciclo, entretanto, o mesmo não foi observado para espessura e porcentagem de casca.

Os resultados obtidos para qualidade interna dos ovos estão de acordo com os relatados por Jalal & Scheideler (2001), que não observaram diferenças significativas para unidade Haugh quando avaliaram poedeiras de 40 a 60 semanas de idade alimentadas com rações contendo fósforo disponível nos níveis de 0,25; 0,15; e 0,10% e com fitase (250 e 300 ftu/kg de ração) em comparação a aves que receberam a ração convencional com 0,35% de fósforo disponível. Portanto, é necessário o conhecimento pleno da matriz nutricional que a fitase poderá disponibilizar para a ave como forma de evitar inadequado fornecimento de nutrientes e obter ótimo desempenho e qualidade dos ovos.

O contraste fatorial vs. controle foi significativo ( $P < 0,01$ ) para a ingestão de fósforo (Tabela 4). As aves alimentadas com a dieta controle apresentaram maior ingestão de fósforo.

Tabela 4 - Ingestão e excreção de fósforo e nitrogênio em poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo farelo de girassol e fitase

	Fitase (ftu/kg)	Farelo de girassol (%)		Média	Controle	CV (%)
		4	8			
Ingestão de fósforo (mg/ave/dia)	500	326,66	388,33	357,50B		
	0	457,33	533,00	495,16A	467,00**	2,86
	Média	392,00b	460,66a	426,33		
Excreção de fósforo (mg/ave/dia)	500	305,66	370,66	338,16B		
	0	369,00	443,66	406,33A	375,00NS	3,32
	Média	337,33b	407,16a	372,24		
Ingestão de nitrogênio (g/ave/dia)	500	1,93Ab	2,23Aa	2,08		
	0	2,13Aa	2,21Aa	2,17	2,11NS	3,55
	Média	2,03b	2,22a	2,12		
Excreção de nitrogênio (g/ave/dia)	500	1,17	1,32	1,24		
	0	1,23	1,25	1,24	1,17NS	4,25
	Média	1,20b	1,28a	1,24		

A ingestão e a excreção de fósforo foram afetadas ( $P < 0,01$ ) pela inclusão de fitase (Tabela 4). As aves alimentadas com as dietas de baixos níveis nutricionais e com fitase ingeriram menor quantidade de fósforo (357,50 mg/ave.dia) em comparação àquelas alimentadas com as dietas com níveis nutricionais normais e isentas de fitase (495,16 mg/ave.dia). Conseqüentemente, o menor teor de fósforo excretado (338,16 mg/ave.dia) foi observado para as aves alimentadas com rações contendo fitase em relação àquelas alimentadas com rações sem fitase (406,33 mg/ave.dia), como resultado de uma redução de 17% no teor de fósforo excretado. Esse resultado se deve, principalmente, à diminuição de 48% do fosfato bicálcico na formulação das dietas quando valorizada a matriz fítica, ou seja, a quantidade de fósforo fítico que a fitase disponibiliza dos ingredientes de origem vegetal.

Os resultados obtidos para excreção do fósforo estão de acordo com os obtidos por Keshavarz (2003), que não notou comprometimento do desempenho das aves, porém observou redução mais expressiva na excreção de fósforo (50 e 56%, respectivamente) quando reduziram em até 67 e 78% os níveis de fosfato bicálcico e suplementaram as dietas com fitase (300 ftu/kg).

De acordo com Simons et al. (1990), a redução da suplementação de fósforo inorgânico e o aumento do uso do fósforo fítico pelo animal com o uso de fitase, além de diminuir de 20 a 30% a excreção do fósforo, proporciona redução significativa dos custos de alimentação.

Os níveis de farelo de girassol afetaram significativamente a ingestão e excreção de fósforo e nitrogênio. O nível mais alto de farelo de girassol proporcionou às aves o maior ingestão de fósforo e nitrogênio (460,66 mg/ave.dia e 2,22 g/ave.dia, respectivamente) e, conseqüentemente, o maior teor de fósforo e nitrogênio nas excretas (407,16 mg e 1,28 g, respectivamente), provavelmente porque o farelo de girassol possui valor de fósforo disponível e proteína superior ao considerado na formulação da dieta.

Para as variáveis analisadas, não foram observadas interações significativas entre os níveis de farelo de girassol e os de fitase, exceto para ingestão de nitrogênio. As aves alimentadas com o menor nível de farelo de girassol e sem suplementação de fitase apresentaram menor ingestão de nitrogênio ( $P < 0,05$ ) em comparação àquelas alimentadas com as demais dietas.

O menor nível de farelo de girassol (4%), independentemente da inclusão de fitase, apresentou menores custos em comparação ao de 8% (Tabela 5). A utilização de 4% de farelo de girassol representa redução de 1,63% no custo da ração se comparada à de 8%, considerando, nesse caso, a ausência de fitase. O aumento no custo, quando utilizado

o nível mais alto de inclusão de farelo de girassol (Tabela 1), está relacionado diretamente ao aumento na do nível de óleo de soja e lisina sintética, em decorrência dos baixos teores de energia metabolizável e lisina presentes no farelo de girassol. Segundo o NRC (1994), o farelo de girassol com casca possui 1.543 kcal EM/kg e 1,00% de lisina em 90% de matéria seca.

A adição de fitase nas rações, dentro dos mesmos níveis de farelo de girassol, reduziu todos os custos avaliados (Tabela 5). No nível de 4% de farelo de girassol, a adição de fitase determinou redução de 6,40; 3,97 e 4,64% nos custos de ração, no custo de produção por kg e no custo de produção por dúzia, respectivamente. No maior nível de farelo de girassol, a adição de fitase na ração reduziu em 6,65; 12,06 e 10,10% o custo de ração, o custo de produção por kg e o custo de produção por dúzia, respectivamente. Os menores custos decorrentes da inclusão do farelo de girassol e da fitase se devem à menor quantidade de óleo de soja e de fosfato bicálcico adicionados à ração quando considerado o valor da matriz da fitase na formulação das rações (Tabela 1).

As dietas com 4% e 8% de farelo de girassol e com adição de fitase (Tabela 5) determinaram redução em todos os parâmetros econômicos em relação à dieta controle, apresentando custos de ração, de produção por kg e de produção por dúzia mais baixos que os da dieta controle, em decorrência da menor inclusão de óleo de soja, fosfato bicálcico e metionina na ração. A menor inclusão do óleo de soja e fosfato bicálcico deu-se em virtude da valorização da matriz fítica na ração, enquanto a menor quantidade de metionina sintética deveu-se principalmente, ao fato de o farelo de girassol possuir proteína rica em aminoácidos sulfurados.

Tabela 5 - Custo de rações formuladas com dois níveis de farelo de girassol (4 e 8%) e sem/com adição da enzima fitase

Fitase	Girassol		Controle
	4%	8%	
Custo da ração (R\$/kg)			
500	0,578	0,586	0,604
0	0,615	0,625	
Custo/kg de ovos (R\$/kg)			
500	1,082	1,086	1,155
0	1,125	1,217	
Custo/dúzia de ovos (R\$/dúzia)			
500	0,862	0,881	0,925
0	0,902	0,970	

## Conclusões

A matriz nutricional preconizada para fitase permite atendimento pleno das exigências das aves e garante o desempenho e a qualidade dos ovos, mesmo quando se utilizam rações com níveis nutricionais reduzidos. Além disso, promove decréscimo de 17% na excreção de fósforo pelas aves e redução de todos os parâmetros econômicos avaliados. A inclusão de 4% de farelo de girassol, além de não prejudicar o desempenho e a qualidade dos ovos, independentemente da inclusão da fitase, tem custos inferiores aos da suplementação no nível de 8%.

## Referências

- BESS, F.; ROSA, A.P.; KRABBE, E.L. et al. Efeito da adição de fitase sobre a percentagem de postura e densidade de ovos em matrizes de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 8, p.106, 2006.
- BORRMANN, M.S.L.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. Efeitos da adição de fitase com diferentes níveis de fósforo disponível para poedeiras comerciais. **Ciência e Prática**, v.25, n.1, p.181-187, 2001.
- CASARTELLI, E.M.; JUNQUERIA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. Inclusion levels of sunflower meal in commercial laying hen diets formulated on total and digestible amino acids basis. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.8, p.151-155, 2006.
- CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D. Phosphorus - A key essential nutrient, yet a possible major pollutant - its central role in animal nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 7., 1991, Nicholasville. **Proceedings...** Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1991. p.133-145.
- FIREMAN, A.K.B.A.T.; LÓPEZ, J.; FIREMAN, F.A.T. Qualidade da casca do ovo de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de farelo de arroz desengordurado e fitase. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.7, n.2, p.97-108, 1999.
- JALAL, M.A.; SHEIDELER, 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, n.9-10, p.1463-1471, 2001.
- KARANAJEEWA, H.; THAM, S.H.; ABU-SEREWA, S. Sunflower seed meal, sunflower oil and full-fat sunflower seeds, hulls and kernels for laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, v.26, n.1, p.45-49, 1989.
- 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, n.1, p.71-91, 2003.
- LIU, N.; LIU, G.H.; LI, F.D. et al. Efficacy of phytases on egg production and nutrient digestibility in layers fed reduced phosphorus diets. **Poultry Science**, v.86, n.11, p.2337-2342, 2007.
- MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- 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). 2.ed., Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SERMAN, V.; MAS, N.; MELENJUK, V. et al. Use of sunflower meal in feed mixtures for laying hens. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.66, n.4, p.219-227, 1997.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- SIMONS, P.C.M.; VERSTEEGH, H.A.V.; JONGLOED, A.W. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pig. **British Journal Nutrition**, v.64, n.2-3, p.525-540, 1990.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**, version 9.0, 7.ed. Cary: SAS Institute, 2002. (CD-ROM).
- STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; FERNANDES, C.M. Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 2, p.41, 2000.
- VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1074-1080, 2009.
- VIEIRA, R.S.A.; BERTECHINI, A.G. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo fitase. **Ciência e Prática**, v.25, n.6, p.836-841, 2001.