

Valorização da matriz nutricional da enzima fitase para frangos de corte fêmeas nas diferentes fases de criação

Nutritional assessment matrix of phytase enzyme in broiler females at different growing stages

Valoración de la matriz nutricional de la enzima fitasa en pollos de engorde hembras en diferentes etapas de crecimiento

Rodolfo Machado Domingues,^{1*} Antonio Carlos de Laurentiz¹, Caio César dos Ouros¹, Rosemeire da Silva Filardi¹, Fabiano Almeida Neves¹, Rosangela da Silva de Laurentiz² y David Braite Toledo³

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Engenharia. Departamento de Biologia e Zootecnia. Campus de Ilha Solteira. Ilha Solteira, SP. Brasil. *Correio electrónico: rmdzootec@gmail.com. ²Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Engenharia. Departamento de Física e Química. SP. Brasil. ³Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Engenharia. Zootecnista. SP. Brasil.

RESUMO

Trezentos frangos de corte, fêmeas, com um dia de idade foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições compostas de 15 aves cada. Os tratamentos foram: T1 - Controle - dieta padrão sem fitase; T2 - Fitase - inclusão da matriz nutricional da enzima segundo recomendação do fabricante; T3 - Fitase10 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 10% e T4 - Fitase15 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 15%. O período experimental foi dividido em: fase inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias de idade). Foram avaliados os dados de desempenho zootécnico (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), a qualidade da cama (teor de cálcio e fósforo) e os Índices: Bioeconômico e de Eficiência de Produtividade. O ganho de peso e o consumo de ração foram influenciados ($P < 0,05$) pela valorização da matriz da enzima, onde o tratamento Fitase15 apresentou os piores resultados, comparado ao tratamento controle. Com relação à qualidade da cama, os tratamentos com inclusão de fitase proporcionaram menores teores de cálcio e fósforo, com redução média de 22% para cálcio e 29% para fósforo, diferindo ($P < 0,05$) do tratamento controle. O tratamento Fitase10 apresentou o melhor custo/benefício de acordo com os resultados do Índice Bioeconômico. Portanto, baseado nos resultados de desempenho, índice bioeconômico e redução de excreção de nutrientes na cama, a superestimação da matriz nutricional da enzima fitase em 10% é viável para frangos de corte fêmeas.

Palavras-chave: Valor nutricional, frangos, fitase.

ABSTRACT

Three hundred broilers females, with one day of age were distributed in a completely randomized design with four treatments, with five replicates composed of 15 birds each. The treatments were: T1 - Control - standard diet without phytase; T2 - Phytase- including nutritional enzyme matrix with the manufacturer's recommendations; T3 - Phytase 10 - matrix used in treatment 2 overestimated by 10% and T4 - Phytase 15 - matrix used in treatment 2 overestimated by 15%. Experimental period was divided into the initial phase (8-21 days), growth (22-35 days) and late (36-42 days old). The animal performance (weight gain, feed intake and feed conversion), the quality of the bed (calcium and phosphorus) and indexes: bioeconomic efficiency and productivity were evaluated. Weight gain and food consumption were influenced ($P < 0.05$) by the appreciation of the enzyme, where the Fitase15 treatment showed the worst results compared to the control treatment matrix. As for the quality of the bed, with the inclusion of phytase treatments they showed lower levels of calcium and phosphorus, with an average reduction of 22% to 29% for calcium and phosphorus, differed ($P < 0.05$) with the control treatment. The Fitase10 treatment showed the best cost / benefit according to the results of bio-economic index relationship. Therefore, based on performance results, Bioeconomic index and reduced excretion of nutrients in the bed, the overestimation of phytase nutritional matrix in 10% is feasible for female broilers.

Key words: nutritional value, chicken, phytase.

Recibido: 11/09/13 Aprobado: 25/05/15

RESUMEN

Trescientos pollos de engorde hembras, con un día de edad se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, con cinco réplicas compuestas de 15 aves cada uno. Los tratamientos fueron: T1 - Control - dieta estándar sin fitasa; T2 - Fitasa - inclusión de la enzima de la matriz nutricional con las recomendaciones del fabricante; T3 - Fitasa10 - matriz utilizada en el tratamiento 2 sobreestimado en 10% y T4 - Fitasa15 - matriz utilizada en el tratamiento 2 sobreestimado en 15%. El período experimental se dividió en la fase inicial (8-21 días), el crecimiento (22-35 días) y final (36-42 días de edad). Se evaluaron los datos de desempeño zootécnico (aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), la calidad de la cama (contenido de calcio y fósforo) y los índices: bioeconómico y eficiencia de productividad fueron evaluados. El aumento de peso y el consumo de alimento fueron influenciados ($P < 0,05$) por la apreciación de la enzima, donde el tratamiento Fitase15 mostró los peores resultados, en comparación con la matriz de tratamiento de control. En cuanto a la calidad de la cama, con la inclusión de los tratamientos de la enzima fitasa mostraron los niveles más bajos de calcio y fósforo, con una reducción media del 22% para el calcio y 29% para el fósforo, difirieron ($P < 0,05$) con el tratamiento de control. El tratamiento Fitasa10 demostró la mejor relación costo/beneficio de acuerdo a los resultados del índice de bioeconómico. Por lo tanto, en base a los resultados de rendimiento, índice bioeconómico y la reducción de la excreción de nutrientes en la cama, la sobreestimación de la matriz nutricional de la enzima fitasa en 10% es factible para las pollos de engorde hembras.

Palabras clave: Valor nutricional, pollos, fitasa.

INTRODUÇÃO

Com o grande avanço observado na avicultura, principalmente na cadeia produtiva de frangos de corte, questões relacionadas à eficiência na formulação de rações podem contribuir positivamente para a redução no custo de produção e diminuição do impacto ambiental dos dejetos destes animais.

As rações de aves são formuladas basicamente com milho e farelo de soja e, nesses ingredientes,

assim como em qualquer outro ingrediente de origem vegetal, o conteúdo de fósforo apresenta uma disponibilidade de apenas 33%, com exceção do farelo de arroz, em que a disponibilidade de fósforo é de 20% (Rostagno *et al.*, 2011).

O excesso de fósforo inorgânico das dietas, juntamente com o fósforo fítico presentes não são assimilados pelo organismo do animal, e podem causar sérios problemas ambientais como, por exemplo, a contaminação do solo e da água. A enzima fitase é capaz de liberar esse fósforo complexado, assim o animal consegue aproveitar melhor o fósforo dos ingredientes vegetais, diminuindo assim a inclusão do fósforo inorgânico, o que resulta em menor impacto ao meio ambiente e redução nos custos da dieta (Fukayama *et al.*, 2008).

Diversos trabalhos comprovam a eficácia da fitase, evidenciando que é possível reduzir nutrientes das rações sem comprometer o desempenho das aves e ainda diminuir a excreção de alguns elementos (Gomide *et al.*, 2007; Nagata *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2011). Baseados nas evidências de que a fitase melhora a disponibilidade de fósforo e de alguns outros nutrientes dos ingredientes de origem vegetal, os nutricionistas buscam elaborar uma matriz nutricional para frangos de corte. Entretanto existem algumas dúvidas, principalmente relacionadas à redução no nível de fósforo total nas diferentes fases de criação e ao tipo de fonte vegetal utilizada na ração.

A idade da ave é um fator importante para avaliação da exigência nutricional de fósforo disponível. Aves na fase final de criação podem aumentar o aproveitamento do fósforo complexado ao ácido fítico, em consequência da plena atividade enzimática do sistema digestivo e, além disso, é na fase inicial e na de crescimento que ocorrem tanto o maior desenvolvimento quanto a formação geral da ave (Laurentiz *et al.*, 2007).

Outros fatores além da idade são destacados em programas de alimentação, onde os níveis nutricionais para frangos de corte são ajustados de acordo com a variável estudada, sendo essas taxas de lotação, variações climáticas (inverno e verão), recomendações nutricionais, linhagens, uso de aditivos e a criação de

sexo separado, na tentativa de reduzir o custo de produção. Ao analisar os níveis de recomendações nutricionais para frangos de corte preconizados por Rostagno *et al.* (2011), verifica-se variação na exigência nutricional dos diferentes nutrientes de machos para fêmeas, constatando que fêmeas necessitam de níveis inferiores, variando de 2 a 10%, de acordo com o nutriente analisado. Portanto, a avaliação de programas de alimentação para fêmeas em criações de sexo separado é uma alternativa que poderá proporcionar redução nos custos de alimentação.

Além da questão financeira, existe uma preocupação constante dos nutricionistas na tentativa de diminuir a emissão de nutrientes no meio ambiente. Assim, é possível reduzir o potencial poluente dos dejetos de aves mediante a adoção de técnicas alimentares mais equilibradas, como melhorar a eficiência alimentar utilizando conceitos como proteína ideal, suplementar as rações com aminoácidos sintéticos, utilizar fontes de fósforo com melhor disponibilidade, realizar formulações próximas das exigências nutricionais dos animais, utilizar melhoradores de desempenho, verificar níveis de vitamina D e cálcio, adequar a granulometria das rações, peletizar as rações e utilizar enzimas exógenas para melhorar a digestibilidade dos alimentos, diminuindo assim os fatores antinutricionais (Nahm, 2002).

Na fase pré-inicial de 1 a 7 dias de idade, o frango de corte em relação ao seu peso vivo apresenta consumo reduzido, excelente crescimento e uma boa conversão alimentar, aliado a isso, segundo Tevernari e Mendes, 2009 a capacidade funcional de digestão e absorção de nutrientes pelo intestino das aves nessa fase é reduzido comparado a aves adultas, fato esse que ocorre devido a não completa maturação intestinal que a partir da segunda semana de vida apresenta significativa evolução. Assim a valorização da matriz nutricional de enzimas utilizadas na ração de frangos de corte na fase pré-inicial pode não ser eficiente, principalmente sob o ponto de vista econômico.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da matriz nutricional da enzima fitase no desempenho zootécnico, composição química

das excretas e no índice bioeconômico na produção de frangos de corte de 8 a 42 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de avicultura da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Durante o período experimental as médias das temperaturas mínima e máxima registradas no interior do galpão foram, $24 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$ e $32 \pm 3,1^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Foram utilizados 300 frangos de corte com um dia de idade, fêmeas, da linhagem Cobb e peso médio de $43 \pm 1,3$ g. As aves foram alojadas em boxes de 3 x 2 m (15 aves por box), com piso compacto coberto por uma camada de 5 cm de maravalha e equipados com bebedouro tipo pendular e comedouro tipo tubular.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições de quinze animais cada. Os tratamentos consistiram em: T1 - Controle - sem fitase, T2 - Fitase - inclusão da matriz nutricional da enzima segundo recomendação do fabricante; T3 - Fitase10 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 10% e T4 - Fitase15 - matriz utilizada no tratamento 2 superestimada em 15%. A inclusão da enzima fitase foi de 100g/tonelada garantindo 1000 FTU/kg de ração e a matriz nutricional da enzima para disponibilizar nutrientes complexados ao ácido fítico, conforme recomendação do fabricante para (proteína bruta, cálcio, fósforo, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis),

O período experimental compreendeu: inicial de 8 a 21 dias, crescimento de 22 a 35 dias e final de 36 a 42 dias de idade. Água e ração foram oferecidas *ad libitum*. As rações experimentais fareladas foram formuladas conforme as recomendações nutricionais e a composição dos ingredientes segundo Rostagno *et al.* (2011), sendo isonutritivas à base de milho e farelo de soja, variando a matriz nutricional da enzima fitase, conforme apresentado na Tabela 1.

Os dados médios de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foram avaliados nos períodos de 8 a 14, 15 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Ao final do período experimental

Tabela 1. Composição das rações experimentais fornecidas em cada fase.

Composição em ingredientes (%)	Tratamentos											
	Fase Inicial				Crescimento				Final			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Milho	61,59	65,10	64,9	64,79	63,79	67,9	68,32	68,52	67,31	71,43	71,84	72,04
Farelo de soja	32,88	31,70	31,69	31,67	29,94	28,67	28,53	28,47	26,67	25,38	25,26	25,19
Óleo de soja	1,90	-	-	-	2,96	0,85	0,64	0,54	3,02	0,91	0,70	0,60
Sal comum	0,41	0,41	0,41	0,41	0,39	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37
Supl. min/vit ²	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfato bicálcico	1,67	0,88	0,80	0,76	1,53	0,74	0,66	0,62	1,39	0,60	0,52	0,49
Calcário calcítico	0,78	0,84	0,84	0,84	0,75	0,80	0,81	0,81	0,71	0,77	0,77	0,77
DL-metionina (99%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,18	0,17	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,14
L-lisina (78%)	0,22	0,23	0,23	0,23	0,14	0,16	0,16	0,16	0,12	0,13	0,13	0,13
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Saligran	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	-	-
Sulfato colistina	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	-	-	-	-
Porção variável ¹	0,01	0,3	0,59	0,76	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Custo (\$/kg)	0,33	0,31	0,31	0,31	0,32	0,30	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,28
Composição nutricional												
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (%)	19,90	19,90	19,90	19,90	18,74	18,74	18,74	18,74	17,53	17,53	17,53	17,53
Fósforo disponível	0,42	0,42	0,42	0,42	0,39	0,39	0,39	0,39	0,36	0,36	0,36	0,36
Cálcio	0,84	0,84	0,84	0,84	0,78	0,78	0,78	0,78	0,72	0,72	0,72	0,72

¹ A porção variável foi constituída da enzima fitase e inerte a fim de se obter o nível de 1.000 FTU/kg ração.

² Suplemento Mineral Vitamínico: Nutrientes por quilograma de ração: 5.500 UI vit. A; 1.000 UI vit. D3; 6,5 mg vit. E; 1,25 mg vit. K3; 0,5 mg vit. B1; 2,5 mg vit. B2; 0,75 mg vit. B6; 7,5 mcg vit. B12; 6,5 mg pantotenato de cálcio; 17,5 mg niacina; 0,025 mg biotina; 0,25 mg ácido fólico; 32,5 mg Mn; 25 mg Fe; 3 mg Cu; 0,5 mg I; 22,5 mg Zn; 0,05 mg Co; 0,1 mg Se; 2,0 mg antioxidante.

(42 dias de idade), foi avaliado o índice de eficiência de produtividade (IEP) pela seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = [\text{ganho de peso médio diário (kg)} \times \text{viabilidade criatória (\%)}] / (\text{conversão alimentar} \times 100)$$

Para avaliar a viabilidade econômica das diferentes estimativas da matriz nutricional da enzima fitase, foi utilizado o Índice Bioeconômico (IBE) desenvolvido por Guidoni *et al.* (1994):

$$\text{IBE} = \text{GP} - (\text{PR} / \text{PF}) * \text{CR}.$$

Onde: GP = ganho de peso médio por ave no período (g); PR = preço médio do kg de ração (US\$), PF = preço do kg do frango vivo (US\$); CR = consumo médio de ração por ave no período (g).

O preço de cada ração é apresentado na (Tabela 1), e o valor considerado para o preço do kg de frango vivo foi de US\$1,06.

Ao início e ao final do período experimental foram coletadas mostras compostas em cada uma das parcelas experimentais para obtenção das características qualitativas da cama (teores de cálcio e fósforo). As amostras compostas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidas em congelador até o envio ao laboratório. Aproximadamente 300 g de cada amostra composta do material foram levados à estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, para obter os valores da primeira matéria-seca. Após esse procedimento as amostras foram submetidas ao processo de moagem em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e levadas juntamente com amostras de todas as dietas elaboradas no experimento ao Laboratório de Nutrição de Plantas da FEIS para determinação dos teores de cálcio e fósforo, segundo metodologia descrita por Malavolta (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e em caso de diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste SNK, no nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados de desempenho para consumo de ração e ganho de peso nas

diferentes fases de criação (Tabela 2), observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para consumo de ração nas fases de 15-21 dias, 22-35 dias e de 7-42 dias e para ganho de peso na fase de 7-42 dias de idade, para as demais fases de criação e para conversão alimentar não foram observadas diferenças significativas. Nas fases onde foram detectadas diferenças para o consumo de ração verifica-se que o tratamento Fitase 15, proporcionou o menor consumo de ração por ave, como uma redução média de 6,4% nas diferentes fases de criação. O consumo de ração reduzido para as aves que receberam o tratamento Fitase15 pode ser explicado pela menor inclusão de fósforo na dieta em conjunto com a baixa presença da enzima fitase, proporcionando assim uma deficiência de fósforo.

Parmer *et al.* (1987) constataram que a deficiência de Pd da dieta acarreta severa redução na ingestão de fósforo e sugeriram que níveis reduzidos de fósforo podem prejudicar o desempenho das aves, principalmente pela diminuição do consumo de ração, mas também reduz a síntese e a liberação de crescimento e de hormônios da tireoide, principalmente o T3 (triiodotironina).

A redução no consumo de ração de frangos de corte quando suplementados com fitase na fase inicial também foi constatada por Laurentiz *et al.* (2007) e Costa *et al.* (2007), enquanto Bonato *et al.* (2004) e Surek *et al.* (2008), não observaram redução em nenhum dos parâmetros de desempenho avaliados, entretanto são observadas diferenças quanto a valorização da matriz nutricional atribuída a enzima fitase.

Na fase de crescimento de 22 a 35 dias de idade apenas o consumo de ração foi influenciado pelas diferentes rações ($P < 0,05$). O tratamento Fitase15 quando comparado ao Controle promoveu uma redução de 10,40% no consumo de ração. Esse resultado corrobora com o apresentado por Ahmed *et al.* (2004), Laurentiz *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2011) que também observaram redução no consumo de ração nos tratamentos com os maiores valores de redução dos níveis de Pd da dieta mesmo com a suplementação da enzima fitase.

Na fase final de 35 a 42 dias de idades não foram observadas ($P > 0,05$) diferenças

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte suplementados com diferentes valorizações da enzima fitase.

Consumo de ração (g)						
Idade em fases-dias	Controle	Fitase	Fitase10	Fitase15	CV	Valor de P
8 - 14	417	411	412	403	2,72	0,26
15 - 21	429 ab	428 ab	445 a	411 b	4,31	0,04
22 - 35	2173 a	2089 ab	2058 ab	1947 b	4,24	0,007
35 - 42	977	1063	1085	979	9,21	0,19
7 - 42	3996 a	3981 a	4000 a	3740 b	3,48	0,02
Ganho de peso (g)						
Idade em fases-dias	Controle	Fitase	Fitase10	Fitase15	CV	Valor de P
8 - 14	305	295	289	290	3,33	0,08
15 - 21	292	280	288	277	6,00	0,54
22 - 35	1228	1195	1191	1139	4,48	0,11
35 - 42	421	446	472	401	10,64	0,12
7 - 42	2247 a	2219 a	2237 a	2107 b	3,24	0,02
Conversão alimentar (g/g)						
Idade em fases-dias	Controle	Fitase	Fitase10	Fitase15	CV	Valor de P
8 - 14	1,367	1,393	1,425	1,389	2,61	0,16
15 - 21	1,469	1,528	1,545	1,483	5,44	0,28
22 - 35	1,769	1,748	1,727	1,709	3,85	0,55
35 - 42	2,320	2,383	2,298	2,441	6,07	0,43
7 - 42	1,778	1,794	1,788	1,775	2,07	0,83

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada linha, diferem estatisticamente pelo Teste SNK ($P < 0,05$).

significativas para o consumo de ração. Estes resultados demonstram que a enzima fitase liberou os nutrientes que estavam complexados na molécula de fitato, principalmente o fósforo, o que permitiu às aves do tratamento Fitase, Fitase10 e Fitase15 manterem o desempenho semelhante ao do tratamento Controle. Esses dados confirmam os resultados obtidos por Yan *et al.* (2004) e Viera *et al.* (2007), que também não encontraram diferenças significativas no consumo de ração de frangos de corte suplementados com fitase na fase final. Essa resposta na fase final de criação talvez esteja relacionada ao maior consumo de ração, pior conversão alimentar e conseqüentemente uma queda nas necessidades nutricionais para a

formação e manutenção das estruturas do organismo.

Sendo o ganho de peso uma variável que sofre interferência direta do consumo de ração, isso foi observado na fase de total de 7 a 42 dias de idade, onde o tratamento Fitase 15 proporcionou queda no consumo de ração de 6,4%, ao comparar com a média dos outros tratamentos, e conseqüentemente o ganho de peso seguiu o mesmo comportamento reduzindo em 5,7%, diferindo significativamente ($P < 0,05$) dos demais.

A valorização da matriz nutricional acima de 10% prejudicou os parâmetros de consumo de ração e ganho de peso, o que indica que provavelmente a valorização até 10% seja o ponto máximo

para proporcionar o melhor aproveitamento dos nutrientes complexados no fitato. Ahmed *et al.* (2004) observaram aumentos ($P < 0,01$) no ganho de peso e no consumo de ração de frangos de corte suplementados com enzima fitase em relação ao tratamento controle. Porém, Brunelli *et al.* (2012), Laurentiz *et al.* (2007) e Vieira *et al.* (2007) não encontraram diferenças significativas, ao incluírem enzima fitase na dieta de frangos de corte 7 a 42 dias de idade. A valorização de 15% utilizada no presente estudo supera a capacidade da enzima em liberar os nutrientes complexados no fitato, prejudicando assim o desempenho.

A conversão alimentar no período de 7 a 42 dias não foi influenciada pelos tratamentos ($P > 0,05$). Esses resultados corroboram com os apresentados por Brunelli *et al.* (2012) e Vieira *et al.* (2007). Entretanto, Ahmed *et al.* (2004) e Laurentiz *et al.* (2007) relataram melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) para frangos de corte que foram suplementados com enzima fitase no período total de criação.

Os valores do IBE (Tabela 3) aumentaram com a inclusão da enzima fitase em relação ao tratamento controle. A utilização da fitase reduz a utilização de fosfato bicálcico na dieta, o que proporciona uma redução considerável no custo total da ração, resultando em menores custos de produção. Quanto maior o valor do IBE, melhor a relação benefício/custo; sendo o tratamento Fitase10 o que apresentou melhor resposta nessa relação. Resultados semelhantes foram encontrados por Bonato *et al.* (2004) e Santos *et*

al. (2004), onde o IBE foi melhor nos tratamentos que foram utilizados a enzima fitase.

Os resultados de IEP (Tabela 3) não apresentaram diferença significativa com a utilização da fitase em nenhum dos tratamentos, resultados diferentes dos encontrados por Laurentiz *et al.* (2007) que obtiveram alterações de IEP quando utilizaram a enzima fitase em dietas com fósforo disponível reduzido.

A utilização da enzima fitase reduziu ($P < 0,05$) a concentração de fósforo e cálcio nas camas de frango (Tabela 4). Quanto aos teores de fósforo, o tratamento Fitase15 determinou uma redução ($P < 0,05$) de 35 e 15% em relação aos tratamentos Controle e Fitase10, respectivamente. A diminuição da quantidade de fosfato bicálcico utilizado e o menor consumo de ração do tratamento Fitase15 em relação ao Controle podem explicar a diferença da concentração desse mineral nas camas. A redução média dos teores de fósforo total na cama com a utilização da enzima fitase foi de 30%, valores semelhantes aos encontrados por Laurentiz *et al.* (2007), que relataram redução de 39%.

O teor de cálcio apresentou o mesmo comportamento do teor de fósforo, sendo o tratamento Controle com maiores teores e o Fitase15 os menores. Porém, diferentemente dos teores de P, para os teores de Ca não foram encontradas diferenças entre os tratamentos contendo a enzima fitase. Resultados semelhantes de redução de cálcio na cama de

Tabela 3. Índice bioeconômico e índice de eficiência produtiva de frangos de corte aos 42 dias suplementados com diferentes valorizações da enzima fitase.

Tratamentos	IBE	IEP
Controle	1,019 b	336
Fitase	1,086 ab	320
Fitase10	1,110 a	316
Fitase15	1,054 ab	307
CV %	4,26	6,15
Valor de P	0,03	0,38

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem estatisticamente pelo Teste SNK ($P < 0,05$).

Tabela 4. Concentração de Cálcio e Fósforo das camas de frango.

Tratamento	Característica da cama	
	Fósforo total (%)	Cálcio (%)
Controle	0,82 a	1,23 a
Fitase	0,63 b	1,04 b
Fitase 10%	0,59 bc	0,94 b
Fitase 15%	0,53 c	0,88 b
CV %	4,82	4,48
Valor de P	0,0005	0,0001

Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada coluna, diferem estatisticamente pelo Teste SNK ($P < 0,05$).

Composição inicial do material utilizado como cama - teores médios de fósforo total e cálcio: 0,08 e 0,20% respectivamente.

frango de aves que foram suplementas com fitase também foram observados por Silva *et al.* (2006).

CONCLUSÃO

A superestimação da matriz nutricional da enzima fitase em 10% não prejudicou o desempenho das aves, reduziu os teores de fósforo total e cálcio na cama de frango e proporcionou o melhor custo/benefício, sendo viável sua utilização na formulação de rações frangos de corte fêmeas.

LITERATURA CITADA

- Ahmed, F., M. S. Rahman, S. U. Ahmed and M. Y. Miah. 2004. Performance of Broiler on Phytase Supplemented Soybean Meal Based Diet. *International Journal of Poultry Science*, 3(4): 266-271.
- Brunelli, S. G., J. W. Pinheiro, A. M. Bridi, N. A. N. Fonseca, C. A. Silva e A. Oba. 2012. Efeitos da fitase no desempenho e na qualidade de carne de frangos de corte. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2):3279-3286.
- Bonato, E. L., I. Zanella, R. Santos, S. P. Gasparini, L. Magon, A. P. Rosa y L. P. Brittes. 2004. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. *Ciência Rural*, 34(2):511-516.
- Costa, F. G. P., P. A. Brandão, J. S. Brandão e J. H. V. Silva 2007. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3): 865-870.
- Fukayama, E. H., N. K. Sakomura, L. R. B. Dourado, R. Neme, J. B. K. Fernandes e S. M. Marcato. 2008. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(4):629-635.
- Gomide, E. M., P. B. Rodrigues, R. T. F. Freitas e E. T. Fialho. 2007. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6):1769-1774.
- Guidoni, A. L., C. R. Godoi de M. e C. Bellaver. 1994. Uso do índice nutricional bio-econômico como medida do desempenho nutricional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Maringá, Brasil. 746 p. (Resumo).
- Laurentiz, A. C., O. M. Junqueira, R. S. Filardi, V. Assuena, E. M. Casartelli e R. Costa. 2007. 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*, 8(2):207-216.
- Laurentiz, A. C., O. M. Junqueira, R. S. Filardi, K. F. Duarte, V. Assuena e S. Sgavioli. 2009. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(10):1938-1947.
- Malavolta, E., G. C. Vitti e S. A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas princípios e aplicações. Ed. Potafós, Brasil. 2ª Ed.
- Nagata, A. K., P. B. Rodrigues, K. F. Rodrigues, R. T. F. Freitas, L. F. T. Albino e E. T. Falho. 2009. Uso do conceito de proteína ideal em rações com diferentes níveis energéticos, suplementados com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Ciencia e Agrotecnologia*, 33(2):599-605.
- Nahm, K. H. 2002. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32(1):1-16.
- Parmer, T. G., L. K. Kirby and Z. B. Johnson. 1987. Function, growth hormone, and organ growth in broiler deficient in phosphorus. *Poultry Science*, 66:1995-2004.
- Rostagno, H. S., L. F. T. Albino, J. L. Donzele, P. C. Gomes, R. F. Oliveira, D. C. Lopes, A. S. Ferreira., S. L. T. Barreto e R. F. Euclides. 2011. Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos). Ed. UFV, Brasil. 3ª Ed.
- Santos, R., I. Zanella, E. L. Bonato, A. P. Rosa, L. Magon, S. P. Gasparini e L. B. P. Brittes. 2004. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciência Rural*, 34(2):517-521.
- Santos, L. M., P. B. Rodrigues, R. R. Alvarenga, L. P. Naves, R. Hespagnol, G. F. R. Lima, M. C. C. Lara e L. R. Silva. 2011. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento final. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(11):2486-2495.
- Silva, Y. L., P. B. Rodrigues, R. T. F. Freitas, A. G. Bertechini, E. T. Fialho, E. J. Fassani e C. R. Pereira. 2006. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3):840-848.
- Surek, D., A. Maiorka, F. Dahlke, M. Opalinski, S. G. Franco e E. L. Krabbe. 2008. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. *Ciência Rural*, 38(6):1725-1729.
- Vieira, A. R., C. B. V. Rabello., M. C. M. M. Ludke, W. M. D. Junior, D. M. Torres e J. B. Lopes. 2007. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. *Acta Sci. Anim. Sci.* 29(3):267-275.
- Tavernati, F. C. e A. M. P. Mendes. 2009. Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. *Revista Eletrônica Nutritime*, 6(6):1103-1115.
- Yan, F., C. A. Frittis and P. W. Waldroup. 2004. Evaluation of modified dietary phosphorus levels with and without phytase supplementation on live performance and excreta phosphorus concentration in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*. 13:394-400.