

# EFEITO DA ENZIMA FITASE NAS RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE, DURANTE AS FASES PRÉ-INICIAL E INICIAL<sup>1</sup>

## Effect of phytase enzyme in broilers rations, during pre-starter and starter phases

Fernando Guilherme Perazzo Costa<sup>2</sup>, Patrícia Araújo Brandão<sup>3</sup>, Jocelyn Santiago Brandão<sup>4</sup>,  
José Humberto Vilar da Silva<sup>5</sup>

### RESUMO

Foram criados 1.080 pintos de corte machos, no período de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade, para estudar os efeitos da fitase nas rações sobre o desempenho. Utilizaram-se duas rações experimentais para cada fase, sendo a primeira formulada por uma empresa integradora de frangos de corte (E-1) e a segunda sugerida pela empresa fornecedora da enzima (E-2). Os tratamentos foram: T1 e T4 - ração sem adição da enzima e T2 e T3 - ração com fitase. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 2 x 2 (duas rações e dois níveis de enzima), com nove repetições e trinta aves por parcela. A enzima foi adicionada na quantidade de 100 g/t de ração. Houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre tratamentos para ganho de peso e conversão alimentar para as fases pré-inicial e inicial, sendo os melhores resultados obtidos com a E-1 com adição de enzima, mostrando a importância da fitase em rações com frangos de corte quanto ao desempenho dos animais.

**Termos para indexação:** Avicultura, desempenho, enzima, nutrição animal.

### ABSTRACT

1.080 male broilers were used from 1 to 7 and 8 to 21 days of age to evaluate phytase diet supplementation in chicks performance. Two experimental rations were used each phase, whereas the first diet recommended by company broiler integrator (C-1) and the second suggested by furnished company enzyme (C-2). Treatments consisted in: T1 and T4 - ration without enzyme and T2 and T3 - ration with enzyme. A completely randomized design was used, in a 2 x 2 factorial model (two rations x two levels of enzyme) with nine replicates and 30 birds per unit. The enzyme was used in amount of 100 g/ton of ration. Statistically significant difference ( $P < 0.01$ ) was found between treatments to weight gain and feed:gain ratio to pre-starter and initial phases, where best results were obtained with C-1 with enzyme addition, showing the importance of phytase in broiler chicks rations as to birds performance.

**Index terms:** Poultry, performance, enzyme, animal nutrition.

(Recebido em 11 de agosto de 2005 e aprovado em 28 de julho de 2006)

### INTRODUÇÃO

Em virtude da alta velocidade de ganho de peso e precocidade dos frangos de corte, atualmente é essencial a utilização de produtos que permitam aos animais obterem um desempenho cada vez melhor.

Na área de nutrição avícola a utilização de enzimas tem contribuído para a melhoria da produtividade das aves. As aves não sintetizam ou produzem em quantidades suficientes certas enzimas endógenas, utilizadas para a digestão dos vários componentes químicos encontrados nos alimentos de origem vegetal ou para atuarem em alguns processos antinutricionais, como o fósforo fítico. Segundo Perney et al. (1993), o uso da enzima exógena fitase para monogástricos tem sido muito preconizado devido sua habilidade em hidrolisar o fósforo fítico que é pouco utilizado por esta classe de animais.

No Brasil, as rações para frangos de corte são formuladas principalmente à base de milho e farelo de soja, onde representam cerca de 90% da dieta, contribuindo substancialmente para satisfazer as necessidades em energia, proteínas, minerais e vitaminas de acordo com as tabelas e recomendações das empresas fornecedoras das linhagens existentes no mercado.

O uso de enzimas nas rações das aves e outros animais domésticos, melhora a digestibilidade e disponibilidade de certos nutrientes para os animais, principalmente o fósforo, nitrogênio, cálcio, cobre e zinco, diminuindo sua presença nas fezes e, conseqüentemente, o seu potencial de poluente do meio ambiente (REVISTA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2002). A maior preocupação ocorre com o fósforo dos ingredientes vegetais, que por

<sup>1</sup>Parte da dissertação de Mestrado do segundo autor.

<sup>2</sup>Doutor, Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Federal da Paraíba/UFPB – Cx. P. 09 – 58397-000 – Areia, PB – fperazzo@cca.ufpb.br

<sup>3</sup>Doutora, Centro de Saúde e Tecnologia Rural/CSTR – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Cx. P. 64, 58700-970 – Patos, PB – patriciaaraujobrandao@bol.com.br

<sup>4</sup>Mestre, Centro de Saúde e Tecnologia Rural/CSTR – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Cx. P. 64, 58700-970 – Patos, PB – santiagoobrandao@bol.com.br

<sup>5</sup>Doutor, Centro de Formação de Tecnólogos/CFT – Universidade Federal da Paraíba/UFPB – 58220-000 – Bananeiras, PB – jvilar@cft.ufpb.br

estar ligado ao ácido fítico na forma de fitato é pouco disponível aos animais monogástricos, pois estes não dispõem em quantidades suficientes da enzima fitase para aproveitá-lo, onde somente cerca de um terço do fósforo total destes alimentos está disponível para aves. A lixiviação do fósforo a partir de excretas de aves e outros animais domésticos para a água de superfície e lençóis freáticos é um grave problema de poluição ambiental que pode ser minimizado com o uso de uma enzima fitase exógena.

Nas últimas décadas, várias pesquisas foram realizadas com a finalidade de reduzir período de abate dos frangos de corte. Em 1954, era preciso 4 kg de ração para a ave produzir 1 kg de carne no período de 80 dias. Hoje, 1 kg de carne é obtido com 25 dias e uma conversão de 1,6. Esse avanço é devido à relação entre o desempenho e a nutrição e também aos métodos econômicos favoráveis e a melhoria genética dos animais. Com a ajuda de bactérias e fungos, a tecnologia da fermentação tem produzido uma grande quantidade de enzimas que podem degradar várias formas de amido, açúcares, proteínas, fósforo e celulose para uma absorção mais rápida no trato digestivo.

Vários preparados enzimáticos têm sido utilizados para solucionar problemas digestivos, onde seu benefício terapêutico é muito reconhecido. Contudo, os novos avanços na biotecnologia propiciam a produção eficiente de algumas enzimas como fitase, b-glucanase e pentosanase (SEARS & WALSH, 1993).

Segundo Kornegay (2001), a fitase pode muito bem ser considerada a enzima milagrosa dos anos 90, assim como a soja foi descrita como a lavoura milagrosa por produzir proteína vegetal de alta qualidade nos anos 40. Esta é uma idéia facilmente compartilhada por quem se atém a ler os trabalhos publicados nos últimos 10 anos e que tratam da fitase e da sua aplicação na nutrição animal (DARI, 2004). Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar o efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte sobre o desempenho, nos períodos de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Módulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB.

Foram utilizados 1080 pintos de corte de um dia, machos, da linhagem Ross para a fase pré-inicial com peso médio inicial de 48 g vacinados no incubatório contra as doenças de Marek e posteriormente contra Newcastle e

Gumboro, aos doze dias de idade. Para a fase seguinte (inicial), as aves não foram as mesmas e apresentaram um peso médio de 174g, sendo criadas anteriormente com uma ração formulada de acordo com Rostagno (2000). Ao final de cada fase de criação, pesaram-se as aves e sobras de ração, para em seguida avaliar o desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) dos animais.

Foram utilizadas duas rações experimentais, sendo a primeira sugerida por uma empresa integradora de frangos de corte no Estado da Paraíba (E-1) e a segunda, formulada pela empresa fornecedora da enzima (E-2), cada uma delas sem e com adição da fitase e de acordo com as recomendações de Rostagno (2000).

A enzima fitase utilizada foi a Natuphos® 5000, produto fabricado pela empresa BASF, obtida pela fermentação promovida por fungos do grupo *Aspergillus niger*, sendo um pó de cor amarelo pardo, facilmente miscível em água, que contém atividade de fitase mínima de 5000 FTU/g. Uma unidade de atividade de fitase (FTU) é definida pela quantidade de enzimas que libera 1 micromol de fósforo inorgânico em 1 minuto num substrato de sódio-fitato a 37°C em pH 5,5.

As rações foram formuladas à base de milho e de farelo de soja, mantendo-se isoenergéticas, isoprotéicas e isonutritivas, com 23% de PB e 2.930 kcal/kg de energia metabolizável (EM) na fase pré-inicial e 21% de PB e 3.050 kcal/kg de EM na fase inicial da criação, conforme a Tabela 1. A enzima foi adicionada nas rações em substituição ao inerte.

Na fase pré-inicial (1 a 7 dias), os animais foram alojados em baterias metálicas tipo “brasília”, com piso de tela coberto com papel e comedouro e bebedouro tipo calha. O aquecimento dos pintos foi feito usando um sistema elétrico, com uma lâmpada incandescente de 60W por parcela, que permaneceu ligado até o 12º dia de vida, sempre que necessário. Na fase inicial (8 a 21 dias), que teve a duração de 14 dias, os animais foram transferidos para os boxes com dimensões de 1,40 x 1,90 m, com piso de cimento e cobertos com cama de bagaço de cana. A partir deste período, foram utilizados comedouros tubulares e bebedouros pendulares, além de água e ração à vontade.

As médias de temperatura registradas no galpão durante o período experimental, utilizando termômetros de máxima e mínima foram de 29,4 e 26,7° C, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (GOMES, 1990) num esquema fatorial 2 x 2 (duas rações x dois níveis de enzima), com nove repetições e 30 aves por unidade experimental, totalizando 1080 aves.

**TABELA 1** – Composição percentual e química calculada das rações experimentais, nos períodos pré-inicial e inicial de criação.

Ingredientes	Rações com enzima (%)			
	Pré-inicial			Inicial
	(E1)	(E2)	(E1)	(E2)
Milho	56,26	57,79	60,34	61,94
Soja Extrusada	8,60	3,30	14,50	9,10
Farelo de Soja (45%)	28,60	33,70	18,90	24,00
Farinha de carne e ossos	5,50	3,80	5,00	3,30
Calcário calcítico	0,00	0,40	0,25	0,65
Sal	0,45	0,44	0,40	0,41
DL – Metionina (99%)	0,28	0,27	0,26	0,26
L-Lisina (78,4%)	0,08	0,07	0,12	0,11
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,03	0,03
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,04	0,04	0,05	0,05
Cloreto de Colina (70%)	0,05	0,05	0,05	0,05
Avatec (Lasalocida de sódio) <sup>3</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05
Enradin (Enramicina) <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
Colistina (Bacitracina de zinco) <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
Banox <sup>4</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
Natuphos <sup>5</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
T o t a l	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados				
Proteína Bruta (%)	23,00	23,00	21,00	21,00
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.930	2.930	3.050	3.050
Lisina total (%)	1,32	1,32	1,22	1,22
Metionina+Cistina (%)	1,00	1,00	0,95	0,95
Fósforo Disponível (%)	0,50	0,50	0,46	0,46
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico.<sup>2</sup>Suplemento Mineral.<sup>3</sup>Promotor de crescimento.<sup>4</sup>Antioxidante.<sup>5</sup>Nome comercial da enzima fitase (BASF).

Níveis de Suplementação de Vitaminas, Minerais e Aditivos (quantidade por kg/ração): Vit. A, 10.000UI; Vit.D<sub>3</sub> 2.000UI; Vit. E, 30 UI; Vit. B<sub>1</sub>, 2 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 3 mg; Ac. Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 g; Vit. K<sub>3</sub>, 3 mg; Ácido fólico, 1 mg; Ácido nicotínico, 50 mg; Coxistac 12 (Salinomicina 12%), 66 mg; 15 mg, cloreto de Colina (60%), 6 mg; BHT, 1 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 0,015 mg, Selênio, 0,25 mg, Manganês, 106 mg; Ferro, 100 mg; Cobre, 20 mg; Cobalto, 2 mg; Iodo, 2 mg e Excipiente q.s.p.1.000g.

As análises estatísticas das características foram realizadas utilizando-se o programa SAEG 8.0, desenvolvido pela UFV (1999). Na comparação das médias dos tratamentos, usou-se o teste F, ao nível de 5 % de probabilidade.

No final do período de criação foram avaliados mortalidade, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)

A mortalidade durante esta fase foi de 0,6 % e as médias de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) são mostradas na Tabela 2.

**TABELA 2** – Efeitos dos níveis da fitase Natuphos® 5000 sobre o desempenho de frangos de corte Ross, machos, no período de 1 a 7 dias de idade.

Tratamentos	Origem	Enzima (g/t)	Consumo de ração (kg/ave)	Ganho de peso (kg/ave)	Conversão alimentar
1	Empresa 1	0	0,142 a	0,176 ab	0,806 ab
2	Empresa 1	100	0,141 a	0,178 a	0,791 b
3	Empresa 2	100	0,145 a	0,177 a	0,820 a
4	Empresa 2	0	0,140 a	0,170 b	0,826 a
Média	-	-	0,141	0,175	0,810
CV	-	-	2,75	2,64	2,67

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

Pelos resultados obtidos observou-se que houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre tratamentos quanto aos parâmetros ganho de peso e conversão alimentar.

Para ganho de peso (GP), as aves que consumiram as duas rações que continham a enzima (T2 e T3) apresentaram um peso maior ( $P < 0,01$ ) que os tratamentos sem adição de enzima (T1 e T4), proporcionando um aumento de 7g (4,1%) e 2g (1,1%) para as empresas 2 e 1, respectivamente.

Este aumento no ganho de peso dos animais pode ter ocorrido pela diminuição da viscosidade intestinal das aves, melhorando a digestão e absorção dos nutrientes no trato digestivo destes animais. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Broz et al. (1994), Conte et al. (2000), Kersey et al. (1998), Namkung & Leeson (1999), Perney et al. (1993), Pizzolante et al. (2000), Ravindran et al. (1999) e Sebastian et al. (1996). Segundo Tejedor et al. (2001), o aumento no ganho de peso ocasionado pela adição da enzima fitase pode ser explicado provavelmente pelo incremento na digestibilidade ileal da proteína bruta, do cálcio e do fósforo. Por outro lado, Bonato et al. (2001), Biehl & Baker (1997), McKnight (1999) e Sebastian et al. (1996), não observaram efeito da adição da fitase neste parâmetro pesquisado.

Em relação à conversão alimentar (CA), a empresa E-1 apresentou melhores resultados em comparação a empresa fornecedora da enzima (E-2), onde a fitase diferenciou-se ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sem enzima. A molécula de ácido fítico tem a capacidade de se ligar à proteína, em meios ácidos, alcalinos e neutro (ANDERSON, 1985, citado por SEBASTIAN et al., 1997), e reduzir a atividade da pepsina, tripsina e a amilase (SEBASTIAN et al., 1998). Espera-se melhorar o aproveitamento de proteína e de aminoácidos, por meio da quebra destes complexos nutritivos, pela utilização de fitase microbiana nas dietas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Fernandes et al. (2003), em que a fitase adicionada na quantidade de 500FTU/kg foi capaz de disponibilizar fósforo fítico, proteína, aminoácidos e energia, dentro da equivalência nutricional proposta em rações de frangos de corte formuladas com milho e sorgo.

Segundo a Revista Alimentação Animal (2002), este resultado pode ser atribuído, ao fato de que a adição da enzima fitase nas rações das aves reduz a excreção de fósforo nas fezes e aumenta a disponibilidade de outros nutrientes, tais como os minerais (cálcio, zinco e cobre), proteínas, aminoácidos e energia, diminuindo desta maneira as excreções e melhorando conseqüentemente o desempenho desses animais.

A adição da enzima não afetou o consumo de ração ( $P > 0,05$ ). Estes resultados estão semelhantes aos de Bonato et al. (2001), Broz et al. (1994), Perney et al. (1993), Ravindran et al. (1999), Sebastian et al. (1996) e Tejedor et al. (2001), mas contrários a Conte et al. (2001), quando observaram um aumento no consumo de ração a partir do momento que a fitase foi adicionada às rações.

#### Fase inicial (8 a 21 dias de idade)

A mortalidade durante esta fase de criação foi de 1,02%, sem efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

Os resultados da Tabela 3 mostram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para consumo de ração, onde o tratamento da E-2 com enzima proporcionou uma redução de 54 g (5,1%) em relação à ração sem enzima. Pizzolante et al. (2000) concordam com estes dados, mas Bonato et al. (2001), Sebastian et al. (1996), Tejedor et al. (2001) e Yi et al. (1996) observaram aumento no consumo de ração quando adicionaram fitase nas rações dos frangos de corte.

**TABELA 3** – Efeitos dos níveis da fitase Natuphos® 5000 sobre o desempenho de frangos de corte Ross, machos, no período de 8 a 21 dias de idade.

Tratamentos	Origem	Enzima (g/t)	Consumo de ração (kg/ave)	Ganho de peso (kg/ave)	Conversão alimentar
1	Empresa 1	0	1,001 b	0,690 a	1,451 b
2	Empresa 1	100	1,027 ab	0,703 a	1,460 b
3	Empresa 2	100	1,003 b	0,672 b	1,493 b
4	Empresa 2	0	1,057 a	0,660 b	1,601 a
Média	-	-	1,022	0,681	1,501
CV	-	-	3,85	1,771	3,84

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

O aumento no ganho de peso dos animais foi maior para o tratamento 2 (com enzima) da E-1, diferenciando-se da E-2 com e sem enzima, no qual demonstra o efeito da fitase nas rações da referida empresa integradora de frangos de corte. Estes resultados são contrários aos de Biehl & Baker (1997), Bonato et al. (2001) e McKnight (1999).

A adição da enzima no tratamento 2 (E-1) melhorou em 8,81% (141g) a conversão alimentar ( $P < 0,001$ ) em relação ao tratamento 4 (E-2), mostrando mais uma vez resultados superiores em relação à empresa fornecedora da enzima, onde esta diferença deva ser devido a melhor utilização dos ingredientes das rações. Os resultados estão coerentes com os encontrados por Conte et al. (2000), Ledoux et al. (1998), Tejedor et al. (2001) e Zhang et al. (1998).

### CONCLUSÃO

A adição da enzima fitase nas rações dos frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial apresentaram resultados superiores para desempenho em relação as rações sem enzima.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos às empresas BASF S/A pela doação da enzima pesquisada e a GUARAVES - Guarabira Aves Ltda, pela integração e parceria com o Centro de Ciências Agrárias.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIEHL, R. R.; BAKER, D. H. Microbial phytase improves amino acid utilization in young chicks fed diets based on soybean meal but not in diets based on peanut meal. **Poultry Science**, London, v. 76, p. 335-360, 1997.

BONATO, E. L.; ZANELLA, I.; ROSA, A. P. Efeito da adição de enzimas em dietas com níveis crescentes de farelo de arroz integral sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p. 32.

BROZ, J.; OLDALE, P.; PERRINVOLTZ, A. H. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **British Poultry Science**, London, v. 35, p. 273-280, 1994.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; SCHOULTEN, N. A. Efeito da fitase e xilanase em dietas com 15 % de farelo de arroz, sobre o desempenho de frangos de corte aos 21 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p. 26.

DARI, R. L. A utilização da fitase na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2004. p. 127.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

KERSEY, I. H.; SALEH, L. A.; STILBORN, I. L. L. Effect of dietary phosphorus level high available phosphorus corn and microbial phytase on performance and fecal phosphorus content: 1. broiler grown 1 to 21 d in battery pens. **Poultry Science**, London, v. 77, n. 71, 1998. Supplement 1.

LEDOUX, D. R.; BROOMHEAD, J. N.; FIRMAN, J. D. Efficacy of phytase, a phytase containing transgenic canola, to improve phytate phosphorus utilization from corn-soybean meal diets fed turkey poult from day 1 to 35. **Poultry Science**, London, v. 77, n. 54, 1998. Supplement 1.

McKNIGHT, W. F. The impact of phytase and high available phosphorus corn on broiler performance and phosphorus excretion. In: PROCEEDINGS OF THE BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 1999, Atlanta. **Anais...** Atlanta: BASF, 1999. Seção 6, p. 57-66.

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, London, v. 78, p. 1317-1319, 1999.

PERNEY, K. M.; CANTOR, A. H.; STRAW, M. L. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. **Poultry Science**, London, v. 72, n. 11, p. 2106-2114, 1993.

PIZZOLANTE, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, C. D. Utilização da fitase na alimentação de frangos de corte: desempenho. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p. 45.

RAVINDRAN, V.; CABAUGH, S.; RAVINDRAN, O.; BRYDEN, L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, London, v. 78, p. 699-706, 1999.

REVISTA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Uso de enzimas em rações**. Disponível em: <<http://bichoonline.com.br/artigos/aa0041.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2002.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

SEARS, A.; WALSH, G. Industrial enzyme applications: using these concepts to match animal, enzyme and substrate. In: ASIA PACIFIC LECTURE TOUR, 1993. **Anais...** [S.l.]: ALLTECH, 1993. p. 89-110.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization on broiler chickens. **Poultry Science**, London, v. 75, p. 1516-1522, 1996.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, London, v. 76, p. 1760-1769, 1997.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. **World's Poultry Science**, London, v. 54, p. 27-47, 1998.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 802-808, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG 8.0 - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, 1999. 69 p.

YI, Z.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey poult fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, London, v. 75, p. 979-990, 1996.

ZHANG, Z. B.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Comparison of genetically engineered microbial and plant phytase for young broilers. **Poultry Science**, London, v. 77, n. 71, 1998. Supplement 1.