

## Fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo não-fítico para frangos de corte

**Maria Cristina de Oliveira<sup>1\*</sup>**

**Rafael Henrique Marques<sup>2</sup>**

**Rodrigo Antônio Gravena<sup>2</sup>**

**Ana Beatriz Traldi<sup>2</sup>**

**Carlos Rosa Godoy<sup>3</sup>**

**Vera Maria Barbosa de Moraes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Rio Verde  
Caixa Postal 244, CEP 75901-970, Rio Verde – GO, Brasil

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, Brasil

<sup>3</sup>CEFET, Rio Verde – GO, Brasil

\*Autor para correspondência  
cristina@fesurv.br

Submetido em 27/02/2009

Aceito para publicação em 19/06/2009

### Resumo

Avaliou-se a inclusão de fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo não-fítico (FNF) e o desempenho, rendimento de carcaça e características da cama de frangos. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 – dois níveis de fitase (0 e 25U/kg) e três níveis de FNF (100, 85 e 70% das exigências), totalizando seis tratamentos com cinco repetições. A redução do FNF para 70% das exigências diminuiu o ganho de peso e o consumo de ração e piorou a conversão alimentar. A inclusão de fitase aumentou o ganho de peso e o consumo de ração aos 21 dias. A interação níveis de FNF x fitase foi significativa para ganho de peso aos 42 dias. A redução do FNF para 70% das exigências diminuiu o consumo de ração aos 42 dias e aumentou o peso relativo do fígado e do coração. O teor de nitrogênio foi reduzido em camas de frangos alimentados com dietas contendo fitase e o teor de fósforo diminuiu com a redução do FNF dietético. Concluiu-se que dietas com 85% da exigência de FNF suplementadas com 25U/kg de fitase podem ser usadas sem prejuízo ao desempenho e às características de carcaça e cama.

**Unitermos:** desempenho, enzimas, nutrição animal, poluição ambiental, rendimento de carcaça

### Abstract

**Phytase in broiler diets with reduced nonphytate phosphorus levels.** This work evaluated the inclusion of phytase in diets with reduced nonphytate phosphorus (NPP) levels in relation to the performance and carcass yield of broilers and litter characteristics. The experimental design was completely randomized in a 2 x 3 factorial arrangement – two phytase levels (0 and 25U/kg) and three NPP levels (100, 85 and 70% of the requirement), in a total of six treatments with five replicates. The reduction of the NPP to 70% of the requirement decreased the

weight gain and feed intake and increased the feed:gain ratio. Phytase inclusion increased the weight gain and the feed intake at 21 days. The NPP x phytase interaction was significant with regard to the weight gain at 42 days. The reduction of NPP to 70% diminished the feed intake at 42 days and increased the liver and heart relative weight. Nitrogen content was lower in the litter of broilers fed diets with phytase and decreased phosphorus content, due to the NPP reduction in the diets. It was concluded that diets with 85% of NPP, supplemented with 25U/kg of phytase, can be used with no negative effect on performance or carcass and litter characteristics.

**Key words:** animal nutrition, carcass yield, environmental pollution, enzymes, performance

## Introdução

Aproximadamente 66% do fósforo (P) total dos vegetais se encontram na forma de ácido fítico, que é indisponível para animais monogástricos devido à baixa ou ausência de atividade de fitase no trato gastrointestinal (Casey e Walsh, 2004; Vats e Banerjee, 2004). Por possuir alto teor de P (28,2%) (Kornegay, 2001), o ácido fítico representa a principal forma de estoque de P em cereais e sementes oleaginosas e, como tal, é a principal fonte natural deste mineral na alimentação animal. Entretanto, possui alto poder de quelação formando sais insolúveis com cátions em pH neutro, influencia negativamente a utilização de proteínas e aminoácidos dietéticos (Angel et al., 2002), inibe enzimas proteolíticas e forma complexos com o amido (Peter e Baker, 2001), diminuindo a disponibilidade destes nutrientes.

As dietas de monogástricos são suplementadas com fontes de P inorgânico para suprir as exigências deste mineral na ave, aumentando os custos de produção e contribuindo para a poluição ambiental (Viveros et al., 2002). As fitases hidrolisam o P do fitato liberando o P inorgânico e são encontradas na natureza nas sementes de plantas e em bactérias, fungos e leveduras (Casey e Walsh, 2004). Entretanto, as fitases exógenas são produzidas por meio da fermentação de fungos do gênero *Aspergilli* já que eles são os mais prolíficos produtores desta enzima (Angel et al., 2002).

A disponibilidade do P fítico varia dentro e entre os principais ingredientes vegetais das dietas para aves. Assim, a adição de fontes inorgânicas de P às dietas para suprir as exigências das aves, resulta em dietas com muito mais P do que o necessário sendo o excesso excretado. O acúmulo deste mineral nos solos e a ameaça à qualidade das águas de superfície devido à eutroficação se constituem em desafio para a indústria avícola (Yan et al., 2003; Vats e Banerjee, 2004; Payne et al., 2005).

A suplementação com 500 a 600U de fitase por kg de dieta tem sido associada ao aumento do consumo de água sem, entretanto, aumentar a umidade das excretas (Juanpere et al., 2004) e também à redução dos níveis de P total e solúvel da cama de frango (Viveros et al., 2002; Miles et al., 2003).

Bozkurt et al. (2006) estudaram a inclusão de 500U de fitase em dietas pobres em P (0,3%) para frangos e relataram que a inclusão da enzima resultou em aumento no peso corporal e melhor conversão alimentar aos 42 dias, porém, não houve efeito no consumo de ração. Karimi (2006), no entanto, observou aumento no consumo de ração, devido à suplementação com 500U de fitase, em frangos com 40 dias.

A carcaça do frango também pode ser influenciada pela suplementação com fitase, como demonstrado por Ahmad et al. (2004). Os autores notaram que a inclusão de 1000U de fitase promoveu o aumento dos rendimentos de peito, fígado e coração e reduziu a gordura abdominal. Pillai et al. (2006) verificaram que a inclusão de 250U de fitase em dietas com 0,35% de P disponível foi suficiente para melhorar o rendimento de carcaça quando comparado com dietas contendo o mesmo nível de P, porém, sem fitase.

Este experimento foi conduzido para avaliar os efeitos da inclusão de fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo não-fítico (FNF) sobre desempenho, rendimento de carcaça e características da cama de frangos.

## Material e Métodos

Foram utilizados 900 machos Cobb de um dia, com peso inicial médio de 46,52±0,58g, alojados em galpão convencional de alvenaria com 30 aves em cada box, cuja área era de 3m<sup>2</sup>. O delineamento foi inteiramente

casualizado em arranjo fatorial 2 x 3, sendo dois níveis de fitase<sup>1</sup> (0 e 25U/kg) e três de FNF (0,45; 0,38 e 0,31% de 1 a 21 dias e 0,41; 0,34 e 0,28% de 22 a 42 dias de idade, correspondendo a 100, 85 e 70% das exigências de FNF em cada fase, respectivamente) totalizando seis tratamentos com cinco repetições. A fitase, obtida da fermentação fúngica (*Aspergillus niger*) e com atividade mínima de 250U/g, foi adicionada à ração na quantidade de 100g/t.

As aves receberam ração isonutritiva (exceto pelo FNF) inicial até 21 dias de idade e de crescimento dos 22 aos 42 dias (Tabela 1), sendo ambas à base de milho e farelo de soja e formuladas para atender as exigências nutricionais determinadas por Rostagno et al. (2005).

As aves e as rações foram pesadas no início, aos 21 e 42 dias para obtenção do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A viabilidade criatória também foi determinada. Ao final do experimento, três aves de cada repetição, com peso corporal próximo da média, foram submetidas a jejum alimentar de seis horas e, posteriormente, foram pesadas e abatidas. As carcaças (com pés e pescoço) e os cortes (peito e coxa+sobrecoxa), as vísceras comestíveis e a gordura abdominal foram pesadas e os rendimentos foram calculados em relação ao peso da ave antes do abate.

O material utilizado como cama em todos os tratamentos foi a maravalha, na quantidade de 22kg

TABELA 1: Composições percentual e calculada das dietas experimentais de 1 a 21 dias (inicial) e de 22 a 42 dias de idade (crescimento) na matéria natural.

Ingredientes (kg)	Inicial*			Crescimento*		
	100%	85%	70%	100%	85%	70%
Milho moído	56,78	57,05	57,32	62,76	63,02	63,29
Farelo de soja	35,96	35,91	35,86	30,10	30,06	30,00
Óleo de soja	3,01	2,92	2,83	3,33	3,24	3,15
Fosfato bicálcico	1,80	1,44	1,08	1,65	1,28	0,95
Calcário calcítico	0,99	1,22	1,45	0,89	1,13	1,34
DL-metionina 99%	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
L-lisina 78,80%	0,15	0,15	0,15	0,21	0,21	0,21
Sal	0,45	0,45	0,45	0,39	0,39	0,39
Inerte <sup>1</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento min/vit <sup>2,3</sup>	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60
Total	100	100	100	100	100	100
<i>Composição calculada<sup>4</sup></i>						
Proteína bruta (%)	21,38	21,38	21,38	19,28	19,28	19,28
EM (kcal/kg)	2993	2993	2993	3090	3090	3090
Cálcio (%)	0,96	0,96	0,96	0,87	0,87	0,87
Fósforo total (%)	0,68	0,61	0,55	0,63	0,56	0,50
FNF (%)	0,45	0,38	0,31	0,41	0,34	0,28
Lisina total (%)	1,26	1,26	1,26	1,16	1,16	1,16
Metionina total (%)	0,49	0,49	0,49	0,45	0,45	0,45
Metionina+cistina total (%)	0,83	0,83	0,83	0,76	0,76	0,76

\*Porcentagem da exigência de FNF de acordo com Rostagno et al. (2005).

<sup>1</sup>composto por caulim ou fitase. <sup>2</sup>inicial: cada kg contém: 1500000UI vit. A, 285000UI vit. D<sub>3</sub>, 1350mg vit. E, 230mg vit. K<sub>3</sub>, 115mg vit. B<sub>1</sub>, 1150mg vit. B<sub>2</sub>, 2000mcg vit. B<sub>12</sub>, 4800mg ácido nicotínico, 1240mg ácido pantotênico, 230mg piridoxina, 12mg biotina, 115mg ácido fólico, 85g colina, 170g metionina, 6300mg Fe, 9400mg Cu, 9400mg Mn, 7819mg Zn, 160mg I, 23mg Se, 20g antioxidante, 5,4g promotor de crescimento, 6,4g anticoccidiano. <sup>3</sup>crescimento: cada kg contém: 1550000UI vit. A, 267000UI vit. D<sub>3</sub>, 1200mg vit. E, 200mg vit. K<sub>3</sub>, 100mg vit. B<sub>1</sub>, 935mg vit. B<sub>2</sub>, 2340mcg vit. B<sub>12</sub>, 4700mg ácido nicotínico, 1340mg ácido pantotênico, 170mg piridoxina, 14mg biotina, 100mg ácido fólico, 84g colina, 185g metionina, 6720mg Fe, 10000mg Cu, 10200mg Mn, 8418mg Zn, 170mg I, 24mg Se, 20g antioxidante, 8,5g promotor de crescimento, 8,5g anticoccidiano. <sup>4</sup>de acordo com Rostagno et al. (2005).

<sup>1</sup> Allzyme Phytase 2X – Alltech Inc. Nicholasville, KY (USA).

de matéria natural por box, sendo seu teor de matéria seca inicial, em média, de 89,90%. Quando as aves completaram 42 dias de idade, amostras da cama foram coletadas em seis pontos do box, evitando-se áreas próximas e embaixo do bebedouro e comedouro. Posteriormente, as amostras foram analisadas quanto ao pH, à quantidade de amônia volatilizada (Oliveira et al., 2004) e quanto à matéria seca, nitrogênio e fósforo (Silva e Queiroz, 2002).

Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SAEG (UFV, 2001) e quando houve diferença estatística entre os tratamentos, o teste Tukey foi utilizado para comparação entre as médias a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade encontram-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

A viabilidade criatória não foi afetada ( $P>0,05$ ) pelos níveis de fitase e/ou de FNF. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da interação fitase x FNF para os resultados

de desempenho de 1 a 21 dias e consumo de ração e conversão alimentar de 1 a 42 dias.

Em ambas as fases, a redução em 30% nos níveis de FNF diminuiu ( $P<0,01$ ) o ganho de peso e o consumo de ração, sendo este último a causa do menor ganho de peso. No período de 1 a 21 dias, a redução do ganho de peso (12,46%) foi maior comparada ao do consumo de ração (4,82%) e a conversão alimentar piorou ( $P<0,01$ ) comparado com as aves que ingeriram dietas com FNF correspondente a 100% das exigências.

Considerando-se o período de 1 a 42 dias de idade, o ganho de peso diminuiu em 6,87% e o consumo de ração ( $P<0,01$ ) em 4,85% não havendo diferença ( $P>0,05$ ) nos valores de conversão alimentar comparado com as aves que receberam dietas contendo nível de FNF mais elevado. É possível que se a quantidade de fitase utilizada fosse maior, o ganho de peso das aves submetidas ao tratamento com 30% de redução de FNF fosse semelhante ao do tratamento controle. Com relação à conversão alimentar, o menor nível de FNF avaliado parece ter sido satisfatório considerando o período total de criação.

TABELA 2: Desempenho de frangos de corte recebendo dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico (FNF) aos 21 dias de idade.

Parâmetro	Fitase	FNF (%)			Média	CV (%)
		100	85	70		
Ganho de peso (g)	Sem	806	785	701	764b	
	Com	814	809	718	781a	
	Média	810a	797a	709b		
Consumo de ração (g)	Sem	1155	1149	1085	1130b	
	Com	1167	1209	1126	1167a	
	Média	1161a	1179a	1105b		
Conversão alimentar	Sem	1,43	1,46	1,55	1,48	
	Com	1,43	1,49	1,57	1,50	
	Média	1,43b	1,48b	1,56a		
Viabilidade (%)	Sem	98,00	99,34	100,00	99,12	
	Com	98,67	99,34	98,67	98,89	
	Média	98,34	99,34	99,34		

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas e nas linhas, diferem entre si pelo teste Tukey.

TABELA 3: Desempenho de frangos de corte recebendo dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico (FNF) aos 42 dias de idade.

Parâmetro	Fitase	FNF (%)			Média	CV (%)
		100	85	70		
Ganho de peso (g)	Sem	2803Aa	2705Bb	2546Bc	2685	2,10
	Com	2756Aa	2784Aa	2632Ab	2724	
	Média	2780	2745	2589		
Consumo de ração (g)	Sem	4698	4686	4454	4613	2,23
	Com	4743	4730	4528	4667	
	Média	4720a	4708a	4491b		
Conversão alimentar	Sem	1,68	1,73	1,75	1,72	2,72
	Com	1,72	1,70	1,72	1,71	
	Média	1,70	1,72	1,74		
Viabilidade (%)	Sem	96,67	98,67	95,34	96,89	2,86
	Com	98,67	96,67	98,00	97,78	
	Média	97,67	97,67	96,67		

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey.

A inclusão da enzima fitase na dieta inicial (1 a 21 dias) melhorou o ganho de peso em 2,23% ( $P < 0,02$ ), porém o consumo de ração aumentou em 3,29% ( $P < 0,01$ ). O aumento do consumo de ração e o fato de que a fitase hidrolisa os complexos formados pelo fitato liberando minerais, proteínas e aminoácidos (Angel et al., 2002), lipídios (Peter e Baker, 2001) e amido (Kornegay, 2001) foi, provavelmente, responsável pelo bom desempenho dos frangos que consumiram dietas suplementadas com a enzima.

Devido à interação fitase x FNF ser significativa ( $P < 0,03$ ) no período total, o ganho de peso das aves alimentadas com dietas sem fitase diminuiu com a redução dos níveis de FNF. Com a inclusão da enzima o ganho de peso melhorou nas aves dos tratamentos com 85% de FNF, porém, quando a redução do FNF foi máxima (em 30%) o ganho de peso não foi suficiente para se igualar ao do tratamento controle (com 100% FNF).

Efeitos significativos foram observados no consumo de ração ( $P < 0,01$ ), em que aves que receberam 85% de FNF obtiveram consumo semelhante ao controle e aves recebendo 70% de FNF apresentaram menores consumos de ração. Juanpere et al. (2004), Silversides et al. (2004) e Wu et al. (2004) também relataram redução no ganho

de peso e consumo de ração devido à diminuição dos níveis de FNF em dietas experimentais, suplementadas ou não com 500U de fitase/kg.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) devido à suplementação com fitase e/ou redução nos níveis de FNF nas dietas sobre o rendimento de carcaça, cortes, moela e gordura abdominal (Tabela 4), o que concorda com Atia et al. (2000) e Taghipour e Pirzadeh (2002).

O peso relativo do fígado ( $P < 0,01$ ) e do coração aumentou ( $P < 0,03$ ) devido à redução dos níveis de FNF na dieta. Embora não tenha sido realizadas análises de P sérico, pode ter ocorrido quadro de hiposfatemia que, por sua vez, resultou em menor produção de ATP (Lauar et al., 2006). Níveis baixos de ATP causam menor produção de enzimas hepáticas, o que provoca aumento do fígado (Reis et al., 1999) e também insuficiência cardíaca diminuindo o volume sistólico (Temprano et al., 2004). Estas foram, provavelmente, a causa do aumento do peso relativo do fígado e coração em aves submetidas a dietas com 70% dos níveis de FNF.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os resultados de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama (Tabela 5) devido à redução dos níveis de FNF e/ou suplementação com fitase.

TABELA 4: Rendimento de carcaça de frangos de corte recebendo dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico (FNF).

Rendimento (%)	Fitase	FNF (%)			Média	CV (%)
		100	85	70		
Carcaça	Sem	78,77	78,97	79,09	78,94	2,62
	Com	78,83	78,59	78,83	78,75	
	Média	78,80	78,78	78,96		
Peito	Sem	23,67	23,42	23,07	23,39	4,41
	Com	23,39	23,76	23,31	23,49	
	Média	23,53	23,59	23,19		
Pernas	Sem	23,42	23,31	22,82	23,18	3,65
	Com	22,96	22,42	23,29	22,89	
	Média	23,19	22,86	23,05		
Fígado	Sem	1,73	1,75	1,81	1,77	4,04
	Com	1,67	1,75	1,81	1,75	
	Média	1,70a	1,75ab	1,81b		
Coração	Sem	0,55	0,55	0,55	0,55	8,27
	Com	0,55	0,58	0,66	0,60	
	Média	0,55b	0,57ab	0,61a		
Moela	Sem	1,34	1,29	1,37	1,33	7,93
	Com	1,27	1,42	1,36	1,35	
	Média	1,31	1,35	1,36		
Gordura abdominal	Sem	2,03	1,75	1,56	1,78	25,80
	Com	2,21	2,41	1,72	2,11	
	Média	2,12	2,08	1,64		

CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si.

O nitrogênio diminuiu ( $P < 0,02$ ) em até 7,50% em camas de aves alimentadas com dietas contendo fitase. O fitato dos ingredientes pode se complexar com proteínas e aminoácidos que são liberados após a hidrólise do complexo pela fitase se tornando então disponíveis para serem hidrolisados e absorvidos no trato gastrointestinal das aves (Zanini e Sazzad, 1999; Ravindran et al., 2001).

O teor de P total das camas diminuiu ( $P < 0,001$ ) devido à redução dos níveis de FNF das dietas em até 27,17% e isto ocorreu porque, quando o P se torna um nutriente limitante na dieta, mais P é retido no corpo para manter a homeostase. Miles et al. (2003) e Viveros et al. (2003) utilizaram níveis de FNF nas dietas de frangos de corte que variavam de 0,1 a 0,5% e notaram que quanto menor o nível de FNF na dieta, menor era sua excreção e observaram também que a

fitase (500U/kg) reduziu os níveis deste mineral nas excretas das aves, porém, este fato não ocorreu no presente experimento.

Pode-se concluir que é possível a utilização de dietas para frangos de corte com níveis de fósforo não-fítico correspondentes a 85% das exigências, correspondendo a 0,38 e 0,34% de FNF para as fases inicial e crescimento, respectivamente, suplementadas com 25U de fitase/kg de dieta, por não causar efeitos negativos no desempenho e nas características de carcaça e por reduzir os níveis de nitrogênio e fósforo total das camas.

TABELA 5: Características da cama de frangos de corte recebendo dietas contendo fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico (FNF).

Parâmetro	Fitase	FNF (%)			Média	CV (%)
		100	85	70		
Matéria seca (%)	Sem	75,06	73,46	72,50	73,67	5,93
	Com	75,11	72,78	72,98	73,62	
	Média	75,08	73,12	72,72		
Nitrogênio (%) <sup>1</sup>	Sem	2,77	3,14	2,88	2,93a	7,08
	Com	2,83	2,74	2,57	2,71b	
	Média	2,81	2,94	2,73		
pH	Sem	8,05	8,18	8,07	8,10	2,13
	Com	8,18	8,23	8,25	8,22	
	Média	8,11	8,21	8,16		
Amônia volatilizada (ppm) <sup>2</sup>	Sem	25,79	31,71	25,22	27,57	7,77
	Com	23,83	28,44	36,87	29,71	
	Média	24,81	30,07	31,05		
Fósforo (%) <sup>1</sup>	Sem	0,90	0,78	0,67	0,78	7,26
	Com	0,94	0,79	0,68	0,80	
	Média	0,92a	0,79b	0,67c		

CV = coeficiente de variação. <sup>1</sup> = com base na matéria seca. <sup>2</sup> = valor obtido com médias transformadas (log X). Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Fundação para o Desenvolvimento da Unesp (FUNDUNESP) e Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda pelo financiamento da pesquisa.

## Referências

- Ahmad, F.; Rahman, M. S.; Ahmed, S. U.; Miah, M. Y. 2004. Performance of broiler on phytase supplemented soybean meal based diet. **International Journal of Poultry Science**, **3** (4): 266-271.
- Angel, R.; Tamim, N. M.; Applegate, T. J.; Dhandu, A. S.; Ellestad, L. E. 2002. Phytic acid chemistry: Influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. **Journal of Applied Poultry Research**, **11** (4): 471-480.
- Atia, F. A.; Waibel, P. W.; Hermes, I.; Carlson, C. W.; Walser, M. M. 2000. Effect of dietary phosphorus, calcium, and phytase on performance of growing turkeys. **Poultry Science**, **79** (2): 231-239.
- Bozkurt, M.; Çabuk, M.; Alçiçek, A. 2006. The effect of microbial phytase in broiler grower diets containing low phosphorus, energy and protein. **The Journal of Poultry Science**, **43** (1): 29-34.
- Casey, A.; Walsh, G. 2004. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. **Journal of Biotechnology**, **110** (3): 313-322.
- Juanpere, J.; Pérez-Vendrell, A. M.; Brufau, J. 2004. Effect of microbial phytase on broilers fed barley-based diets in the presence or not of endogenous phytase. **Animal Feed Science and Technology**, **115** (3-4): 265-279.
- Karimi, A. 2006. Responses of broiler chicks to non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation. **International Journal of Poultry Sciences**, **5** (3): 251-254.
- Kornegay, E. T. 2001. Digestion of phosphorus and other nutrients: The role of phytases and factors influencing their activity. In: Bedford, M. R. & Partridge, G. G. (Eds). **Enzymes in farm animal nutrition**. Cab Publishing, Wallingford, UK, p.237-272.
- Lauar, J. T.; Araújo, L. H. L.; Fialho, E. L.; Gazolla, M. V. B.; Miguel, R. C. C.; Silva, L. D.; Salum, R. E. 2006. Associação entre hipofosfatemia e alcoolismo. **Jornal Brasileiro de Gastroenterologia**, **6** (1): 38-40.
- Miles, D. M.; Moore Jr, P. A.; Smith, D. R.; Rice, D. W.; Stilborn, H. L.; Rowe, D. R.; Lott, B. D.; Branton, S. L.; Simmons, J. D. 2003. Total and water-soluble phosphorus in broiler litter over three flocks with alum litter treatment and dietary inclusion of high available phosphorus corn and phytase supplementation. **Poultry Science**, **82** (10): 1544-1549.
- Oliveira, M. C.; Ferreira, H. A.; Cancherini, L. C. 2004. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango.

- Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, **56** (4): 536-541.
- Payne, R. L.; Kavergne, T. K.; Southern, L. L. 2005. A comparison of two sources of phytase in liquid and dry forms in broilers. **Poultry Science**, **84** (2): 265-272.
- Peter, C. M.; Baker, D. H. 2001. Microbial phytase does not improve protein-amino acid utilization in soybean meal fed to young chickens. **Journal of Nutrition**, **131** (6): 1792-1797.
- Pillai, P. B.; O'Connor-Dennie, T.; Owens, C. M.; Emmert, J. L. 2006. Efficacy of an *Escherichia coli* phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. **Poultry Science**, **85** (10): 1737-1745.
- Ravindran, V.; Selle, P. H.; Ravindran, G.; Morel, P. C. H.; Kies, A. K.; Bryden, W. L. 2001. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, **80** (3): 338-344.
- Reis, C. V. S.; Penna, F. J.; Oliveira, M. C. C.; Roquete, M. L. V. 1999. Glicogenose tipo I. **Jornal de Pediatria**, **75** (4): 227-236.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. T. 2005. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. UFV, Viçosa, Brasil, 186pp.
- Silva, D. J.; Queiroz, C. A. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. UFV, Viçosa, Brasil, 235pp.
- Silversides, F. G.; Scott, T. A.; Bedford, M. R. 2004. The effect of phytase enzyme and level on nutrient extraction by broilers. **Poultry Science**, **83** (6): 985-989.
- Taghipour, A. F.; Pirzadeh, M. 2002. The effect of phytase on broiler performance and carcass characteristics. **Poultry Science**, **80** (Suppl. 1): 31.
- Temprano, J. L.; Bretón, I.; Zugasti, A.; Cuerdo, C.; Cambor, M.; Pérez-Díaz, M. D.; García, P. 2004. Hipofosfatemia grave tras el inicio de nutrición parenteral en una paciente con fistula intestinal. **Nutrición Hospitalaria**, **19** (4): 243-247.
- UFV – Universidade Federal de Viçosa. 2001. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 150pp.
- Vats, P.; Banerjee, U. C. 2004. Production studies and catalytic properties of phytases (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): An overview. **Enzyme and Microbial Technology**, **35** (1): 3-14.
- Viveros, A.; Brenes, A.; Arija, I.; Centeno, C. 2002. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different level of phosphorus. **Poultry Science**, **81** (8): 1172-1183.
- Wu, Y. B.; Ravindran, V.; Morel, P. C. H.; Hendriks, W. H.; Pierce, J. 2004. Evaluation of a microbial phytase, produced by solid-state fermentation, in broiler diets. 1. Influence on performance, toe ash contents, and phosphorus equivalency estimates. **Journal of Applied Poultry Research**, **13** (3): 373-383.
- Yan, F.; Fritts, C. A.; Waldroup, P. W.; Stilborn, H. L.; Rice, D.; Crum Jr, R. C.; Raboy, V. 2003. Comparison of normal and high available phosphorus corn with and without phytase supplementation in diets for male large white turkeys grown to market weights. **International Journal of Poultry Science**, **2** (2): 83-90.
- Zanini, S. F.; Sazzad, M. H. 1999. Effects of microbial phytase on growth and mineral utilisation in broilers fed on maize soyabean-based diets. **British Poultry Science**, **40** (3): 348-352.