

Fitase em dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias alojados em ambientes com diferentes sistemas de climatização¹

Phytase in diets for broilers from 1 to 21 days housed in environments with different HVAC systems

CARVALHO FILHO, Domingos Urquiza de^{2*}; FIGUEIRÊDO, Agostinho Valente de³;
LOPES, João Batista³; COSTA, Elvania Maria da Silva²; LIMA, Daniela Cristina
Pereira²; DUARTE, Luis José²

¹Parte da tese de doutorado em Ciência Animal do primeiro autor.

²Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, Piauí, Brasil.

³Universidade Federal do Piauí, Departamento de Zootecnia, Teresina, Piauí, Brasil.

*Endereço para correspondência: urquizafilho@hotmail.com

RESUMO

O experimento foi conduzido para avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de fitase nas dietas de frangos de corte, alojados em ambientes com e sem nebulização, sobre as variáveis de desempenho, incorporação de proteína bruta, cálcio e fósforo na carcaça e os teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama das aves no período de um a 21 dias de idade. Foram alojados 640 pintainhos em boxes distribuídos uniformemente em dois galpões, ambos equipados com ventiladores e apenas um continha nebulizadores. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, cinco níveis de fitase: 0; 1000; 2000; 3000 e 4000 FTU/kg de ração, associados a dois ambientes (galpão com ventilação e nebulização e galpão com ventilação sem nebulização), quatro repetições e 16 aves por unidade experimental. As aves receberam dietas isonutritivas à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender as exigências nutricionais, exceto para fósforo disponível, que foi reduzido em 20% da exigência. O ambiente com ventilação e nebulização melhora o ganho de peso, a viabilidade da criação e o índice de eficiência produtiva, além de aumentar a incorporação de proteína bruta e fósforo na carcaça. A suplementação de fitase até 4000 FTU/kg em dietas com redução de 20% do fósforo disponível aumenta o ganho de peso, o índice de eficiência produtiva e a incorporação de proteína bruta na carcaça, e reduz os teores de fósforo na cama.

Palavras-chave: ácido fítico, calor, desempenho, fósforo, poluição ambiental

SUMMARY

The experiment was conducted to evaluate effect of different inclusion levels of phytase in diets of broilers housed in environments with and without fogging on performance variables, incorporation of crude protein, calcium and phosphorus in carcass and contents of nitrogen, calcium and phosphorus in litter of birds during 1-21 days of age. Day-old chicks (640) were housed in cages uniformly distributed in two sheds, both equipped with ventilators and only one had nebulizers. The experimental design was completely randomized, factorial 5 x 2, five levels of phytase: 0, 1000, 2000, 3000 and 4000 FTU/kg diet, associated with two environments (shed with ventilation and fogging and shed with ventilation without fogging), four replicates and 16 birds per experimental unit. The birds were isonutritives based on corn and soybean meal, formulated to meet nutritional requirements, except available phosphorus, which was reduced in 20% of requirement diets. Room with ventilation and fogging improves weight gain, feasibility and productive efficiency, and increase incorporation of crude protein and phosphorus in carcass. Phytase supplementation to 4000 FTU/kg in diets with 20% reduction of available phosphorus increases weight gains, productive efficiency and incorporation of crude protein in carcass, and reduces levels of phosphorus in bed.

Keywords: environmental pollution, heat, performance, phosphorus, phytic acid

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 66% do fósforo dos ingredientes vegetais das dietas para frangos de corte estão armazenados na forma de ácido fítico (mio-inositol hexafosfato). O ácido fítico, sob a forma iônica, pode formar sais insolúveis (fitatos) com cálcio, cobre, magnésio, ferro, zinco, potássio e complexar-se com proteínas, aminoácidos e carboidratos, além de inibir a atividade de algumas enzimas digestivas como a pepsina, tripsina e alfa-amilase. (LELIS et al., 2010; SELLE & RAVIDRAN, 2007)

Em decorrência da reduzida disponibilidade de fósforo nos ingredientes de origem vegetal, comumente faz-se incorporação de fósforo inorgânico às dietas das aves. Entretanto, esta suplementação eleva os teores de fósforo nas excretas (GOMIDE et al., 2011; SILVA et al., 2008), o que pode contaminar os mananciais e desencadear eutrofização de ambientes aquáticos. (LELIS et al., 2009)

O organismo das aves não produz fitase, e em consequência, o uso de fitase exógena na dieta tem sido eficiente em hidrolizar o fitato e disponibilizar fósforo, cálcio e outros minerais, além de melhorar a eficiência de utilização de proteínas/aminoácidos e energia das dietas das aves. (FUKAYAMA et al., 2008; SELLE & RAVINDRAN, 2007) Diante disso, inúmeros autores, dentre eles, Silva et al. (2006), Laurentiz et al. (2009) e Silva et al. (2012), têm observado que dietas com redução de fósforo disponível e proteína bruta, suplementadas com fitase, têm proporcionado redução de fósforo e nitrogênio nas excretas das aves, sem perda de desempenho.

Por outro lado, aves em estresse por calor reduzem o consumo de ração na

tentativa de minimizar a produção de calor gerado pelos processos metabólicos, com reflexo negativo sobre o ganho de peso e conversão alimentar (OLIVEIRA et al., 2006a, 2006b). O aumento da frequência respiratória é o mecanismo termorregulatório mais eficiente para dissipar calor corporal em condição de estresse por calor, todavia a exigência de energia para manutenção das aves pode ser alterada (OLIVEIRA Neto et al., 2000).

Na ausência de informações da ação da fitase sobre o fitato, em aves em condições de estresse por calor, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de fitase em dietas de frangos de corte, alojados em ambientes com diferentes sistemas de climatização, sobre as variáveis de desempenho, incorporação de proteína bruta, cálcio e fósforo na carcaça e teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama das aves aos 21 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de agosto e setembro, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, no município de Teresina, estado do Piauí, cujas características geográficas são: latitude de 5°5' sul, longitude de 42°48' oeste, altitude de 74,4 metros e clima tropical semiúmido, com precipitação pluviométrica anual em torno de 1396 mm (FEITOSA, 2010).

Foram utilizados no experimento 640 pintainhos machos e fêmeas da linhagem Ross, com um dia de idade e peso médio de $41 \pm 1,6$ g, alojados em 40 boxes. Estes boxes estavam

distribuídos uniformemente em dois galpões, ambos equipados com ventiladores e cortinas laterais e um continha nebulizadores para melhor controle interno da temperatura e umidade relativa do ar. Os ventiladores foram acionados das 8h30min às 17h30min e os nebulizadores das 11h30min às 17h30min, a partir do 12º dia de vida das aves.

As aves tiveram livre acesso à água e às dietas experimentais e foram mantidas em sistema de aquecimento nos dez primeiros dias. O programa de luz foi contínuo, durante as 24 horas. O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar no interior dos galpões foi feito por meio de termohigrômetros, colocados à altura intermediária em relação aos boxes. As leituras foram realizadas diariamente às 8h30min e 15h30min.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, cinco níveis de fitase [Ronozyme NP (CT)], 0; 1000; 2000; 3000 e 4000 FTU/kg de ração, associados a dois ambientes (galpão com ventilação e nebulização e galpão com ventilação sem nebulização), quatro repetições e 16 aves por unidade experimental.

O fabricante da fitase utilizada neste experimento recomenda, para frangos de corte, níveis de 1500 a 3000 FTU/kg da dieta, entretanto, para Meneghetti et al. (2011), o preço da enzima permite maior suplementação como estratégia nutricional para reduzir a inclusão de certos ingredientes, diminuir o custo de formulação e reduzir a excreção de poluentes no ambiente. Diante disso, optou-se por utilizar níveis de fitase dentro do intervalo, abaixo e acima das recomendações do fabricante.

As aves receberam dietas isonutritivas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), formuladas para atender as

exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011), exceto para fósforo disponível (Pd), que foi reduzido em 20%, com composição percentual de 0,380% para a fase de um a sete dias e 0,312% para oito a 21 dias. Como a concentração de cálcio (Ca) não foi reduzida, a relação dietética Ca:Pd foi de 2,41:1 e 2,62:1, respectivamente.

As aves e as rações no início e aos 21 dias foram pesadas para obtenção do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA). A viabilidade da criação (VC) e o índice de eficiência produtiva ($IEP = [\text{ganho de peso médio diário (g)} \times VC (\%)] / (CA \times 10)$) também foram determinados, conforme Laurentiz et al. (2009). Ao final do experimento, duas aves com peso médio de cada parcela, totalizando oito aves por tratamento, foram submetidas a jejum alimentar de seis horas, posteriormente, foram pesadas, abatidas, depenadas e evisceradas para determinação da incorporação de proteína bruta (PB), cálcio e fósforo (P) na carcaça.

O material utilizado como cama para as aves em todos os boxes foi casca de arroz. As amostras de cama foram coletadas antes do alojamento e no 21º dia de vida das aves, em cinco pontos do boxe, evitando-se áreas próximas e embaixo do bebedouro e comedouro. Carcaças e amostras de cama, posteriormente, foram analisadas no laboratório de análise de alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (nitrogênio) e no laboratório de bromatologia da Embrapa Meio Norte (cálcio e fósforo). O teor de nitrogênio (N) foi determinado pelo método de Kjeldahl. Os teores de cálcio e fósforo foram analisados depois que as amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica, obtendo-se as soluções para determinação dos minerais.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial

Ingredientes	Fase pré-inicial					Fase inicial				
	Unidade de atividade de fitase / kg da ração									
	0	1000	2000	3000	4000	0	1000	2000	3000	4000
Milho	54,88	54,88	54,88	54,88	54,88	59,15	59,15	59,15	59,15	59,15
Farelo de soja	38,56	38,56	38,56	38,56	38,56	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88
Óleo vegetal	2,250	2,250	2,250	2,250	2,250	2,180	2,180	2,180	2,180	2,180
Fosfato bicálcico	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Calcário calcítico	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
NaCl	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507	0,482	0,482	0,482	0,482	0,482
L-Lisina HCl	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
DL- Metionina	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
Premix ¹	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Material inerte	0,100	0,090	0,080	0,070	0,060	0,100	0,090	0,080	0,070	0,060
Enzima fitase ²	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040	0,000	0,010	0,020	0,030	0,040
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição centesimal										
PB	22,22	22,22	22,22	22,22	22,22	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80
EM	2950	2950	2950	2950	2950	3000	3000	3000	3000	3000
Ca	0,917	0,917	0,917	0,917	0,917	0,818	0,818	0,818	0,818	0,818
Fósforo total	0,599	0,599	0,599	0,599	0,599	0,527	0,527	0,527	0,527	0,527
Fósforo disponível ³	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
Lisina	1,310	1,310	1,310	1,310	1,310	1,180	1,180	1,180	1,180	1,180
Metionina+cistina	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
Sódio	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210

¹Premix inicial/kg de ração: vitamina A – 1.375.000 UI; vitamina D3 – 250.000 UI; vitamina E – 2.000 mg; vitamina K3 – 187,50 mg; vitamina B1 – 150 mg; vitamina B2 – 562,50; vitamina B6 – 250 mg; vitamina B12 – 2000 mcg; niacina - 4.375 mg; pantotenato de cálcio – 1.250 mg; ácido fólico – 50 mg; biotina – 7,5 mg; ferro – 3.750 mg; cobre - 1.125 mg; manganês – 7.500 mg; zinco - 7.500 mg; iodo - 125 mg; selênio – 31,25 mg; colina – 32.625 mg; metionina total – 288,35 g; metionina + cistina total - 288,35 g; lisina total – 132,70 g; halquinol (promotor de crescimento) – 3.750 mg; narasin (coccidiostático) – 6.250 mg; nicarbazina (coccidiostático) – 6.250 mg. ²Ronozyme NP (CT), adicionado em substituição ao material inerte(caulim). ³Fósforo disponível reduzido a 80% do preconizado por Rostagno et al. (2011).

Os teores de cálcio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e os de fósforo, por espectrofotometria colorimétrica, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz. (2002)

Os dados foram submetidos à análise de variância segundo o procedimento GLM do Statistical Analysis System (SAS Institute, 1996). Na comparação dos ambientes utilizou-se teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos dos níveis de fitase sobre as variáveis foram

analisadas por regressão linear ou quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados no interior dos galpões, no período experimental, estão apresentados na Tabela 2. Em condições de conforto térmico, as aves minimizam

a energia destinada para a termogênese e processos de dissipação de calor e maximizam a energia destinada para a produção. Esta situação de conforto é evidenciada, a partir da segunda semana

de vida, em locais com temperaturas de $24,3 \pm 0,68$ °C a $26,4 \pm 0,78$ °C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. (CELLA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2006b).

Tabela 2. Temperatura e umidade relativa do ar no interior dos galpões, a partir do 12º dia de vida das aves

Ambiente	Temperatura (°C)		Umidade relativa do ar (%)	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Galpão com ventilação e nebulização	$22,2 \pm 0,89$	$33,2 \pm 0,88$	$51,0 \pm 15,25$	$69,0 \pm 10,85$
Galpão com ventilação e sem nebulização	$23,5 \pm 0,82$	$34,2 \pm 0,70$	$52,1 \pm 14,72$	$52,9 \pm 8,50$

Os valores de temperatura registrados no interior dos galpões demonstram que essas aves foram expostas a desconforto térmico cíclico. Temperatura acima da zona termoneutra pode provocar mudanças no comportamento, alterações no mecanismo de dissipação de calor e alterações metabólicas, com consequente queda do desempenho das aves (OLIVEIRA et al., 2006a b; WELKER et al., 2008).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de fitase e os sistemas de climatização dos galpões sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade da criação, índice de eficiência produtiva, incorporações de minerais na carcaça e teores de minerais na cama (Tabelas 3, 4 e 5).

Os sistemas de climatização não interferiram ($P > 0,05$) no consumo de ração, nem na conversão alimentar (Tabela 3), provavelmente em função de uma maior tolerância das aves à variação de temperatura no período experimental, indicando ter havido compensação de consumo nos horários de temperatura e umidade relativa do ar mais confortáveis para as aves.

A redução da temperatura em $1,3^{\circ}\text{C}$ e 1°C , respectivamente, nos turnos manhã e tarde, a partir do 12º dia de vida das

aves, e a provável condição térmica mais confortável do galpão com nebulização, deve ter facilitado a dissipação de calor das aves por meios sensíveis (radiação, condução e convecção), minimizado o dispêndio de energia para o equilíbrio homeotérmico, com consequente aumento da disponibilidade de energia líquida para a síntese de tecido muscular. Essa condição, possivelmente, contribuiu para que as aves alojadas no galpão com nebulização obtivessem maior ganho de peso ($P < 0,05$), em relação às aves alojadas no galpão sem nebulização.

A menor temperatura e a melhor sensação térmica também favoreceram a viabilidade da criação do ambiente com nebulização ($P < 0,05$). O ganho de peso e a viabilidade da criação majorados são responsáveis pelo maior IEP das aves alojadas no galpão com nebulizadores ($P < 0,05$).

O consumo de ração, a conversão alimentar e a viabilidade da criação não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de fitase testados. A ausência do efeito sobre o CR talvez seja reflexo do atendimento das exigências nutricionais das aves, tendo em vista que a energia metabolizável e a proteína bruta não foram reduzidas nesse ensaio experimental, e que a redução de 20%

do Pd na dieta, sobretudo na ausência de fitase, não foi suficiente para comprometer esta variável, haja vista que Silva et al. (2006); Fukayama et al. (2008); Laurentiz et al. (2009) e

Oliveira et al. (2009) observaram que dietas controles (Pd atendendo a exigência e sem fitase) proporcionaram CR, para esta mesma fase, similares aos encontrados neste trabalho.

Tabela 3. Variáveis de desempenho, viabilidade da criação e índice de eficiência produtiva de frangos de corte de um a 21 dias de idade, submetidos a dietas com fósforo disponível reduzido¹, suplementadas com fitase, alojados em ambientes com climatização diferente

Variáveis	CR (kg)	GP (kg)	CA	VC (%)	IEP
Ambientes					
Galpão com ventilação e nebulização	1,05 ^a	0,79 ^a	1,33 ^a	98,44 ^a	275,48 ^a
Galpão com ventilação e sem nebulização	1,02 ^a	0,76 ^b	1,35 ^a	95,40 ^b	252,52 ^b
Níveis de fitase (FTU/kg) nas dietas					
0	1,02	0,75	1,35	96,88	257,55
1000	1,02	0,76	1,34	95,31	258,35
2000	1,07	0,78	1,37	95,31	259,31
3000	1,02	0,78	1,32	100,00	265,36
4000	1,05	0,79	1,33	97,66	278,16
Valor de P linear	0,3377	0,0043	0,3806	0,2205	0,0251
Valor de P quadrático	0,5069	0,8194	0,5785	0,5463	0,2444
Valor de P da interação fitase x galpão	0,3090	0,4916	0,6672	0,2666	0,6437
Coefficiente de Variação (%)	5,26	2,69	5,61	3,93	5,65

CR = consumo de ração; GP = ganho de peso; CA = conversão alimentar; VC = viabilidade da criação; IEP = índice de eficiência produtiva; FTU/kg = unidade de atividade de fitase por quilograma da dieta. Na mesma coluna, médias com letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). ¹Dietas com 80% de fósforo disponível do preconizado por Rostagno et al. (2011).

Shirley e Edwards Junior (2003) investigaram a suplementação de altos níveis de fitase (93,75 a 12000 FTU/kg) em rações para frangos de corte, e não observaram diferenças no consumo de ração a partir de 1500 FTU/kg, e na conversão alimentar, independentemente do nível de inclusão da enzima. A viabilidade da criação de frangos de corte aos 21 dias, avaliada por Perazzo Costa et al. (2007) e por Oliveira et al. (2009), também não foi afetada pela inclusão de fitase na dieta. No entanto, a elevação dos níveis dietéticos de fitase proporcionou melhora linear no ganho de peso, de

acordo com a equação $\hat{y} = 0,7553 + 0,000008825x$ ($R^2 = 0,925$; $P < 0,01$). O aumento do GP ocasionado pela suplementação crescente de fitase pode ser explicado pelo incremento na digestibilidade ileal da proteína, do fósforo e do cálcio, uma vez que a molécula do fitato, após hidrólise, disponibiliza aminoácidos, energia, minerais e enzimas digestivas como pepsina, tripsina e amilase (FUKAYAMA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2008; LELIS et al., 2010; MENEGHETTI et al., 2011). Neste trabalho, as relações dietéticas Ca:Pd de 2,41:1 e 2,62:1 para as fases

pré-inicial e inicial, respectivamente, não influenciaram a efetividade da fitase. Santos et al. (2011), relataram efetiva ação da fitase (500 FTU/kg) em liberar o fósforo fítico dos ingredientes da dieta em ampla relação Ca:Pd: 1,52:1 a 2,94:1 (1 a 7 dias) e de 1,49:1 a 3,03:1 (8 a 21 dias) sem afetar o desempenho. Avaliando diferentes níveis de cálcio (0,36; 0,67; 0,88; 1,09 e 1,30%) com 0,42% de Pd em dietas suplementadas com fitase (600 FTU/kg) para frangos de corte de um a 21 dias, Schoulten et al. (2003) verificaram que a elevação dos níveis de Ca afetou negativamente o GP, sem afetar o CR e a CA, e o nível de 0,59% de Ca proporcionou adequada mineralização óssea, enquanto a deposição de cinza e fósforo nos tibiotarsos diminuíram com a elevação dos teores de cálcio na ração.

A melhora linear do IEP, segundo a equação $\hat{y} = 254,102 + 0,0048642x$ ($R^2 = 0,781$; $P < 0,05$), decorreu do efeito dos níveis da enzima sobre o GP. A suplementação da fitase em dieta com Pd abaixo da exigência tem demonstrado ser eficiente em manter o desempenho de frangos de corte e, de acordo com Selle & Ravindran (2007), a magnitude da resposta pode ser mais pronunciada, aumentando-se os níveis de inclusão da enzima para aumentar a hidrólise do fitato.

Essas observações corroboram os resultados obtidos nesta pesquisa, uma vez que as aves apresentaram melhora linear no ganho de peso em função do aumento da inclusão da fitase na dieta, sem alteração no consumo de ração, indicando que houve maior disponibilidade de nutrientes para os processos metabólicos, provenientes da ação da enzima sobre o fitato.

Os diferentes ambientes não interferiram ($P > 0,05$) na incorporação

de Ca na carcaça das aves (Tabela 4), entretanto, o ambiente com nebulização proporcionou maior incorporação de PB ($P < 0,05$) e fósforo ($P < 0,05$) em relação ao galpão equipado apenas com ventiladores. O incremento no GP justifica, em parte, a maior quantidade de PB incorporada na carcaça das aves alojadas no galpão com nebulização, o que reforça a tese de que ambiente com condição climática mais próxima da zona de conforto minimiza o custo energético dos ajustes fisiológicos para a termorregulação e disponibiliza mais energia líquida para a deposição protéica.

A maior deposição de proteína verificada na carcaça das aves do ambiente com nebulização pode ser reflexo de intensas reações de síntese protéica, com conseqüente aumento no dispêndio de energia na forma de ATP, que para a sua síntese, necessitou de maior retenção de grupos fosfato, além do possível aumento na deposição de fosfoproteínas na carcaça, são aspectos que podem justificar a maior incorporação de fósforo nas aves desse ambiente.

Observou-se efeito dos níveis de inclusão da fitase na dieta sobre a incorporação da PB ($P < 0,05$), do Ca ($P < 0,05$) e do fósforo ($P < 0,05$) na carcaça das aves, estando coerente e relacionado com os resultados obtidos para o GP. A elevação dos níveis de inclusão da enzima melhorou linearmente a incorporação de PB na carcaça, segundo a equação $\hat{y} = 95,146 + 0,0012455x$ ($R^2 = 0,948$), e os níveis 1000, 2000, 3000 e 4000 FTU/kg proporcionaram, respectivamente, aumento de 1,32%, 3,60%, 4,43% e 5,02% de PB na carcaça em relação ao tratamento sem fitase.

Tabela 4. Incorporação de proteína bruta, cálcio e fósforo na carcaça de frangos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a dietas com fósforo disponível reduzido¹, suplementadas com fitase, alojados em ambientes com climatização diferente

Variáveis	PB ² (g)	Ca ² (g)	P ^{2,3} (g)
Ambientes			
Galpão com ventilação e nebulização	99,63 ^a	5,40 ^a	2,94 ^a
Galpão com ventilação e sem nebulização	95,64 ^b	5,02 ^a	2,72 ^b
Níveis de fitase (FTU/kg) nas dietas			
0	94,91	4,21	2,44
1000	96,16	5,01	2,79
2000	98,33	6,33	3,20
3000	99,11	5,05	2,77
4000	99,67	5,45	2,95
Valor de P linear	0,0303	0,0615	0,0252
Valor de P quadrático	0,6764	0,0250	0,0174
Valor de P da interação fitase x galpão	0,1077	0,0756	0,0826
Coefficiente de Variação (%)	4,57	18,34	10,56

PB = proteína bruta; Ca = cálcio; P = fósforo; FTU/kg = unidade de atividade de fitase por quilograma da dieta. ¹Dietas com 80% de fósforo disponível do preconizado por Rostagno et al. (2011). ²Valores expressos com base na matéria seca. Na mesma coluna, médias com letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). ³Optou-se por discutir o efeito quadrático.

Para a incorporação de Ca, o efeito dos níveis de fitase proporcionou variação quadrática: $\hat{y} = 4,222285714 + 0,001221929x - 0,000000243x^2$ ($R^2 = 0,614$), com maior incorporação na carcaça desta variável obtida no valor estimado de 2514,26 FTU/kg, o que representa um aumento estimado de 36,38% em relação à deposição proporcionada pelo tratamento sem fitase.

A elevação dos níveis de fitase na dieta também proporcionou efeito quadrático na incorporação do fósforo à carcaça, segundo a equação $\hat{y} = 2,460214286 + 0,000441696x - 0,000000085x^2$ ($R^2 = 0,646$), sendo 2598,21 FTU/kg, o valor estimado para máxima incorporação de fósforo na carcaça das aves, representando um aumento de 23,32% em relação ao verificado com a utilização da dieta sem fitase.

Embora as relações dietéticas Ca:PD utilizadas neste trabalho tenham sido acima das recomendações (2,41:1 e

2,62:1, respectivamente para as fases pré-inicial e inicial), a relação Ca:P na carcaça para os níveis 0; 1000; 2000; 3000; 4000 FTU/kg e para estimativa de máximo do cálcio (2514,26 FTU/kg) e do fósforo (2598,21 FTU/kg), foram, respectivamente, 1,73:1; 1,80:1; 1,82:1; 1,98:1; 1,85:1 e 1,89:1, mantendo-se coerentes com a relação dietética próximo de 2:1 recomendada por Rostagno et al. (2011), para frangos de corte no período de um a 21 dias. É possível que nas relações dietéticas Ca:PD elevadas, com suplementação de fitase, o fósforo disponibilizado na hidrólise do fitato tenha ajustado a relação Ca:P para melhor absorção e incorporação desses minerais.

Segundo Schoultens et al. (2003), a exigência de cálcio para frangos de corte, em dietas com baixo nível de fósforo, suplementada com fitase, é inferior à recomendada pelas tabelas de exigências nutricionais, e que a redução de cálcio deve ser proporcional a

redução do fósforo, em virtude da utilização da fitase, que mantém a relação Ca:P em nível adequado.

Os teores de N, Ca e fósforo na cama de frangos de corte aos 21 dias foram influenciados ($P < 0,05$) pela climatização dos galpões (Tabela 5). Os maiores teores destes minerais foram verificados na cama das aves do ambiente com nebulização, e o aumento em relação ao ambiente sem nebulização foi,

respectivamente, de 1,45%; 17,24% e 32,56%. Estes efeitos podem estar relacionados ao aumento do consumo de ração, que embora não tenha sido significativo, mas numericamente foi de 2,94% em relação ao consumo das aves alojadas no galpão sem nebulização, o que proporcionou aumento na ingestão desses minerais e, conseqüentemente, aumento na excreção.

Tabela 5. Teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama de frangos de corte de um a 21 dias de idade, submetidos a dietas com fósforo disponível reduzido¹, suplementadas com fitase, alojados em ambientes com climatização diferente

Variáveis	N ² (%)	Ca ² (%)	P ² (%)
Ambientes			
Galpão com ventilação e nebulização	2,10 ^a	1,02 ^a	0,57 ^a
Galpão com ventilação e sem nebulização	2,07 ^b	0,87 ^b	0,43 ^b
Níveis de fitase (FTU/kg) nas dietas			
0	2,18	1,01	0,55
1000	2,08	0,95	0,51
2000	2,13	0,95	0,49
3000	2,06	0,96	0,51
4000	1,98	0,85	0,45
Valor de P linear	0,0579	0,0865	0,0482
Valor de P quadrático	0,7190	0,7278	0,9769
Valor de P da interação fitase x galpão	0,2551	0,8452	0,6125
Coeficiente de Variação (%)	9,64	15,61	13,41

N = nitrogênio; Ca = cálcio; Pt = fósforo total; FTU/kg = unidade de atividade de fitase por quilograma da dieta. ¹Dietas com 80% de fósforo disponível do preconizado por Rostagno et al. (2011). ²Valores expressos com base na matéria seca. Na mesma coluna, médias com letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Welker et al. (2008) avaliaram galpões com ventiladores associados ou não a nebulizadores, e observaram que a temperatura média corporal das aves que oscilam entre 41 a 42°C, reduziram para 38,05°C em aviários dotados de ventiladores e nebulizadores e para 39,13°C naqueles dotados apenas com ventiladores. Esse efeito da nebulização em reduzir a temperatura média corporal pode ter possibilitado maior estabilidade enzimática, aumentando a eficiência da fitase e disponibilizado

minerais por hidrólise de mais ácidos fílicos e fitatos que, além de atender a exigência das aves neste experimento, proporcionou um maior excedente que foi excretado.

As dietas suplementadas com diferentes níveis de fitase não afetaram ($P > 0,05$) os teores de N e Ca na cama das aves aos 21 dias de idade. Silva et al. (2006), aos 21 dias, também não verificaram influência da fitase e níveis de Pd na dieta de frangos de corte sobre a excreção de nitrogênio. A ausência de

diferença no teor de nitrogênio na cama pode estar relacionada, em parte, à síntese de amônia a partir do ácido úrico, e sua volatilização para o ambiente. Embora Silva et al. (2006) tenham verificados redução nos teores de Ca na cama das aves alimentadas com rações contendo níveis reduzidos de Pd mais fitase, Silva et al. (2012) afirmam que os resultados dos teores de cálcio na cama de frangos de corte, alimentados com dietas com diferentes níveis Pd, contendo fitase, são bastante controversos, principalmente devido ao equilíbrio cálcio e fósforo no organismo das aves.

Observou-se redução linear dos teores de fósforo na cama em função da suplementação de fitase, conforme a equação: $\hat{y} = 0,54625 - 0,000021875x$ ($R^2 = 0,757$; $P < 0,05$). As reduções percentuais de P na cama, em relação ao tratamento sem fitase, nos níveis de inclusão 1000; 2000; 3000 e 4000 FTU/kg são, respectivamente, 7,27%; 10,91%; 7,27% e 18,18%. Estes resultados comprovam que a redução da inclusão de Pd na dieta para frangos de corte, associado à suplementação de fitase, melhora o aproveitamento do fósforo fítico, diminuindo a excreção deste elemento na cama.

Laurentiz et al. (2009) observaram, em relação ao tratamento controle, redução média de 39% no teor de P na cama de frangos de corte aos 42 dias de idade, em dietas com redução de 19%; 30% e 58% de Pd, suplementadas com 500 e 1000 FTU/kg. Dietas com PB reduzida em 11%; 20% e 30% e Pd reduzido em 24,4% e 44,4%, suplementadas com aminoácidos industriais e fitase (500 FTU/kg), proporcionaram redução em até 60% dos teores de P na cama de frangos de corte aos 21 dias de idade, contudo nos maiores níveis de redução (30% de PB e 44,4% de Pd) houve

perda de desempenho (SILVA et al., 2006).

Tendo em vista a elevação linear no GP, redução linear no teor de P na cama e ausência de efeito, para os demais minerais avaliados, infere-se que o incremento de fitase em dietas com Pd reduzido em 20%, reduz a proporção de resíduo mineral na cama por unidade de peso vivo, sem comprometer o desempenho, contribuindo para a redução da capacidade poluente da cama de frangos de corte, prática ecologicamente correta, pois minimiza o impacto ambiental.

Ambiente com ventilação e nebulização melhora o ganho de peso, a viabilidade da criação e o índice de eficiência produtiva, além de aumentar a incorporação de proteína bruta e fósforo na carcaça das aves, porém, eleva os teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama, em relação ao ambiente com apenas ventilação.

A suplementação de fitase até 4000 FTU/kg em dietas com fósforo disponível reduzido em 20% da exigência, para frangos de corte na fase e 1 a 21 dias, aumenta o ganho de peso, o índice de eficiência produtiva e a incorporação de proteína bruta na carcaça, e reduz os teores de fósforo na cama.

COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL (CEEAA)

O protocolo de experimento animal está de acordo com CEEAA e foi aprovado pelo comitê de ética no uso de animais da Universidade Federal do Piauí pelo parecer nº 044/09.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; ALBINO, L.F.T.; FERREIRA, A.S.; GOMES, P.C.; VALERIO, S.R.; APOLONIO, L.R. Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.433-439, 2001.
- FEITOSA, S.M.R. **Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes**. 2010. 112f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- FUKAYAMA, E.H; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; NEME, R.; FERNANDES, J.B.K.; MARCATO, S.M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.629-635, 2008.
- GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; FASSANI, E.J.; REIS, M.P.; RODRIGUES, N.E.B.; ALMEIDA, E.C. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2405-2414, 2011.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; DUARTE, K.F.; ASSUENA, V.; SGAVIOLI, S. 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**, v.38, n.10, p.1938-1947, 2009.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C.; ROSTAGNO, H.S. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.2, p.875-889, 2009.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1768-1773, 2010.
- MENEGHETTI, C.; BERTECHINI, A.G.; RODRIGUES, P.B.; FASSANI, E.J.; BRITO, J.A.G.; REIS, M.P.; GARCIA, Jr, A.A.P. Altos níveis de fitase em rações para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.624-632, 2011.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de Energia Metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA, G.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; ORLANDO, U.A.D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1398-1405, 2006a.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006b.

OLIVEIRA, M.C; GRAVENA, R.A. MARQUES, R.H.; GUANDOLINI, G.C.; MORAES, V.M.B. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.436-441, 2008.

OLIVEIRA, M.C; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A.; TRALDI, A.B.; GODOY, C.R.; MORAES, V.M.B. Fitase em dietas com níveis de fósforo não fítico para frangos de corte. **Revista Biotermas**, v.22, n.4, p.169-176, 2009.

PERAZZO COSTA, F.G.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte durante as fases pré-inicial e inicial. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.865-870, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, C.G.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ed.

Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SANTOS, L.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; GOMIDE, E.M.; NAVES, L.P. Níveis de cálcio e fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2476-2485, 2011.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, G. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.1-41, 2007.

SHIRLEY, R.B.; EDWARDS JUNIOR, J.A. Graded levels of phytase past industry standards improves broilers performances. *Poultry Science*, v.82, p.671-680, 2003.

SHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1190-1197, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; FASSANI, E.J.; PEREIRA, C.R. 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**, v.35, n.3, p.840-848, 2006.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.;
FREITAS, R.T.F.; ZANGERONIMO,
M.G.; FIALHO, E.T. Níveis de proteína
e fósforo em rações com fitase para
frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias
de idade. 2. Valores energéticos e
digestibilidade de nutrientes. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3,
p.469-477, 2008.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.;
ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO,
E.T.; FREITAS, R.T.F.;
ALVARENGA, R.R. Redução de
proteína e fósforo em dietas com fitase
para frangos de corte dos 22 a 42 dias
de idade. **Arquivo Brasileiro de
Medicina Veterinária e Zootecnia**,
v.64, n.1, p.127-136, 2012.

SAS Institute. **SAS/STAT**: user's guide,
version 6.11 ed. Cary, 1996. 842p.

WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA,
D.J.; MACHADO, L.P.; CATELAN,
F.; UTPATEL, R. Temperatura
corporal de frangos de cortes em
diferentes sistemas de climatização.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.37,
n.8, p.1463-1467, 2008.

Data de recebimento: 11/03/2014

Data de aprovação: 06/11/2014