

Dietas com fitase para frangos de corte alojados em ambientes com diferentes sistemas de climatização*

Diets with phytase for broilers housed in environments with different air-conditioning systems

Domingos Urquiza de Carvalho Filho,** Agostinho Valente de Figueirêdo,*** João Batista Lopes,*** Snaylla Natyelle de Oliveira Almendra,** Elvania Maria da Silva Costa,** Pedro Eduardo Bitencourt Gomes,** Ramon Rego Merval**

Resumo

O experimento foi conduzido para avaliar o efeito de diferentes níveis de fitase nas dietas de frangos de corte sobre as variáveis de desempenho, rendimento de carcaça e cortes, incorporação de proteína bruta, cálcio e fósforo na carcaça e teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama das aves aos 41 dias de idade. Seiscentos e quarenta pintos de um dia foram distribuídos em boxes em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 5 x 2, com cinco níveis de fitase: 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 FTU por kg de ração, com quatro repetições e 16 aves na unidade experimental, associados a dois ambientes (galpão com ventilação e nebulização e galpão com ventilação sem nebulização). 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 reduziu a temperatura média da pele, melhorou a viabilidade da criação e as variáveis de desempenho de frangos de corte. Além disso, aumentou a incorporação de proteína bruta e fósforo na carcaça das aves, bem como elevou os teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama, em relação ao ambiente com apenas ventilação. A suplementação com fitase até 4000 FTU por kg da dieta aumentou o rendimento de peito.

Palavras-chave: calor, fitato, fósforo, poluição ambiental.

Abstract

The experiment was conducted to evaluate effect of different levels of phytase in broiler diets on performance variables, carcass yield and cuts, incorporation of crude protein, calcium and phosphorus in housing and levels of nitrogen, calcium and phosphorus in bed birds at 41 days of age. Six hundred and forty day-old chicks were distributed in boxes in a randomized design, factorial scheme 5 x 2, with five levels of phytase: 0, 1000, 2000, 3000 and 4000 FTU per kg diet, with four replications and 16 birds in experimental unit associated with two rooms (shed with ventilation and fogging and shed with ventilation without fogging). Birds were fed diets isonutrient maize and soybean meal, formulated to meet nutritional requirements, except for available phosphorus, which was reduced in 20% of requirement. The room with ventilation and fogging reduced skin temperature, improved feasibility and performance variables of broilers. It also increased incorporation of crude protein and phosphorus in poultry housing and elevated levels of nitrogen, calcium and phosphorus in bed, in relation to environment with only ventilation. Phytase supplementation to 4000 FTU per kg diet increased breast meat yield.

Keywords: heat, phytate, phosphorus, environmental pollution.

Introdução

A exploração avícola de confinamento total e de alta densidade tem gerado dejetos em volume significativo, que contaminam o ambiente pela excreção de nitrogênio, fósforo e outros minerais. O tratamento e o destino adequado dos dejetos têm preocupado técnicos, produtores e pesquisadores que buscam soluções para reduzir o impacto ambiental. Neste sentido, algumas alternativas têm sido preconizadas, tais como: o uso de rações balanceadas, fundamentadas no conceito de proteína ideal, e a inclusão de aditivos para melhorar a eficiência de utilização dos ingredientes das dietas pelas aves.

As rações para estes animais são constituídas basicamente de alimentos de origem vegetal, que apresentam aproximadamente 66% do fósforo armazenados na forma de ácido fítico, e 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 algumas enzimas digestivas como a pepsina, tripsina e alfa-amilase (Selle e Ravidran, 2007; Lelis et al., 2010).

As aves não sintetizam a enzima fitase no seu aparelho digestório, portanto, não conseguem aproveitar o fósforo do ácido fítico (Ravindran et al., 2006; Fukayama et al., 2008), o que

*Recebido em 18 de julho de 2014 e aceito em 4 de abril de 2015.

**Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

***Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

Autor para correspondência: urquizafilho@hotmail.com.

torna necessário a suplementação na dieta de fonte inorgânica de fósforo para suprir suas exigências, como consequência, acarreta aumento na concentração de fósforo nas excretas (Silva et al., 2008; Gomide et al., 2011), com possibilidade de contaminar os mananciais de água e desencadear eutrofização (Lelis et al., 2009).

Para minimizar este efeito, a adição de fitase à dieta tem sido uma alternativa para melhorar a disponibilidade do fósforo fítico dos alimentos de origem vegetal; além disso, inúmeros autores, dentre eles Silva et al. (2006), Laurentiz et al. (2009) e Silva et al. (2012), têm demonstrado 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, na tentativa de minimizar a produção de calor nos processos metabólicos, reduzem o consumo de ração, com reflexo negativo sobre o ganho de peso e conversão alimentar (Oliveira et al., 2006a; Oliveira et al., 2006b). O aumento da frequência respiratória é o mecanismo termorregulatório mais eficiente para dissipação térmica 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 climatização diferente, sobre as variáveis de desempenho, viabilidade da criação, índice de eficiência produtiva, temperatura média da pele, rendimento de carcaça, de gordura abdominal e dos principais cortes, incorporação de proteína bruta, cálcio e fósforo na carcaça e teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama das aves no período de 1 a 41 dias de idade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nos meses de agosto e setembro, no XX, cujas coordenadas 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 640 pintos machos e fêmeas da linhagem Ross, com um dia de idade e peso de $41 \pm 1,6$ g, os quais foram alojados em 40 boxes, cada um com área de 2 m². Estes boxes estavam distribuídos uniformemente em dois galpões, ambos equipados com ventiladores e cortinas laterais e um contínuo nebulizadores para melhor controle interno da temperatura e umidade relativa do ar. Os ventiladores foram acionados das 8 horas e 30 min às 17 horas e 30 min e os nebulizadores das 11 h e 30 min às 17 h e 30 min, a partir do 12º 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 termo-higrômetros, colocados

à altura intermediária em relação aos boxes. As leituras foram realizadas diariamente às 8 h e 30 min e 15 h e 30 min.

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 por kg de ração, associados a dois ambientes (galpão com ventilação e nebulização e galpão com ventilação sem nebulização), quatro repetições e 16 aves na unidade experimental, sendo oito machos e oito fêmeas.

As aves receberam dietas isonutritivas à base de milho e farelo de soja (Tabelas 1 e 2), formuladas para atender às exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011), exceto para fósforo disponível (Pd), que foi reduzido em 20%, ficando com composição porcentual de 0,380; 0,312; 0,273 e 0,238%, respectivamente, para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final. Como o cálcio (Ca) não foi reduzido, a relação dietética Ca: Pd foi de 2,41:1; 2,62:1; 2,67:1 e 2,68:1, respectivamente para estas fases.

As aves e as rações no início e no final do experimento foram pesadas para obtenção do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). A viabilidade da criação (VC), o índice de eficiência produtiva ($IEP = [\text{ganho de peso médio diário (g)} \times VC (\%)] / (CA \times 10)$) e a temperatura média da pele ($TMP = 0,03 T^{\circ}C \text{ crista} + 0,70 T^{\circ}C \text{ dorso} + 0,12 T^{\circ}C \text{ asa} + 0,06 T^{\circ}C \text{ cabeça} + 0,09 T^{\circ}C \text{ pata}$) também foram avaliados.

Para a mensuração da TMP foi utilizado termômetro infravermelho de aferição à distância, com mira a *laser*, com tomada de temperatura na crista, dorso, asa, cabeça e pata, às 14 h, em duas aves por boxe, duas vezes por semana. Estas aves foram tingidas com anilina para identificação.

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 do rendimento de carcaça (RCARC), de peito (RPT), da coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX), da gordura abdominal (RGAB), da incorporação de proteína bruta (PB), do cálcio (Ca) e do fósforo (P) na carcaça.

O material utilizado como cama para as aves em todos os boxes foi casca de arroz. Antes do alojamento das aves e aos 41 dias do experimento, amostras de cama foram coletadas em cinco pontos do boxe, evitando-se áreas próximas e embaixo do bebedouro e comedouro.

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

Os dados foram submetidos à análise de variância segundo o procedimento GLM do Statistical Analysis System – SAS (1996). Para a avaliação dos ambientes utilizou-se o teste de Tukey e para avaliação dos efeitos dos níveis de fitase sobre as variáveis foi utilizada regressão polinomial.

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 por kg de 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 (45%)	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
Cloreto de sódio	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
Cálcio	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 por 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).

Tabela 2: Composição das dietas experimentais para frangos de corte nas fases de crescimento e final

Ingredientes	Fase de crescimento					Fase final				
	Unidade de atividade de fitase por kg de ração									
	0	1000	2000	3000	4000	0	1000	2000	3000	4000
Milho	61,89	61,89	61,89	61,89	61,89	66,44	66,44	66,44	66,44	66,44
Farelo de soja (45%)	31,65	31,65	31,65	31,65	31,65	27,48	27,48	27,48	27,48	27,48
Óleo vegetal	3,130	3,130	3,130	3,130	3,130	3,010	3,010	3,010	3,010	3,010
Fosfato bicálcico	0,901	0,901	0,901	0,901	0,901	0,744	0,744	0,744	0,744	0,744
Calcário calcítico	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
Cloreto de sódio	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444
L-Lisina HCl	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
DL- Metionina	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Premix ¹	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
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	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
EM	3100	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3150	3150
Cálcio	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638
Fósforo total	0,483	0,483	0,483	0,483	0,483	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
Fósforo disponível ³	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273	0,238	0,238	0,238	0,238	0,238
Lisina	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
Metionina+cistina	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195

¹Premix crescimento e terminação. Conteúdo por kg de ração: Vitamina A – 1.500.000 UI; Vitamina D3 – 266.670 UI; Vitamina E – 2.333,33 mg; Vitamina K3 – 250 mg; Vitamina B1 – 166,67 mg; Vitamina B2 – 666,67 mg; Vitamina B6 – 300 mg; Vitamina B12 - 2000 mcg; Niacina - 5.000 mg; Pantotenato de cálcio – 1.500 mg; Ácido fólico – 50 mg; Biotina – 8,33 mg; Ferro – 5.000 mg; Cobre - 1.500 mg; Manganês – 10.000 mg; Zinco - 10.000 mg; Iodo - 166,67 mg; Selênio – 41,67 mg; Colina – 36.540 mg; Metionina total – 349,92 g; Metionina + Cistina total – 344,92 g; Lisina total – 71,63 g; Halquinol (promotor de crescimento) – 5.000 mg; Salinomicina – 11.000 mg. ²Ronozyme NP (CT), adicionado em substituição ao material inerte (caulim). ³Fósforo disponível reduzido a 80% do preconizado por Rostagno et al. (2011).

Resultados e discussão

Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados no interior dos galpões, no período experimental, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: 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	21,70 ± 1,64	33,3 ± 0,77	69,40 ± 11,36	47,1 ± 6,42
Galpão com ventilação e sem nebulização	23,30 ± 1,20	34,4 ± 0,63	65,90 ± 9,85	45,0 ± 6,51

Temperaturas de 18 a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70% são as condições ambientais recomendadas para as aves a partir da 2ª semana de vida, pois minimizam suas taxas metabólicas e a homeotermia é mantida com menos gasto energético (Oliveira Neto et al., 2000; Oliveira et al., 2006b). Os valores de temperatura registrados no interior dos galpões demonstram que estas 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 metabólicas, com consequente queda do desempenho das aves (Oliveira et al., 2006a; Oliveira et al., 2006b).

Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de fitase e os sistemas de climatização dos galpões para todas as variáveis estudadas (Tabelas 4, 5, 6 e 7).

As aves alojadas no galpão equipado com ventiladores e nebulizadores apresentaram maiores ($P<0,05$) consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), viabilidade criatória (VC), índice

de eficiência produtiva (IEP), bem como melhorou a conversão alimentar (CA) e reduziu a temperatura média da pele (TMP) em relação àquelas alojadas no galpão com apenas ventiladores (Tabela 4). A associação de ventilação e nebulização influenciou positivamente a climatização do aviário, uma vez que reduziu

a temperatura média no seu interior de 1,6 e 1,1 °C, respectivamente, nos turnos da manhã e tarde, e facilitou a dissipação de calor das aves por meios sensíveis (radiação, condução e convecção), sobretudo nos momentos em que a umidade relativa do ar era

mais favorável, o que fez reduzir a TMP das aves e melhorar as variáveis de desempenho.

Welker et al. (2008), avaliando galpões com ventiladores associados ou não a nebulizadores, observaram que a temperatura média corporal ($TMC = 0,3 \text{ TMP} + 0,7 \text{ T } ^\circ\text{C retal}$) das aves adultas que oscilam entre 41 a 42 °C, reduziu para 38,05 °C quando alojadas em aviários dotados de ventiladores e nebulizadores e para 39,13°C naqueles dotados apenas com ventiladores.

O ambiente que minimiza o estresse por calor, favorece a dissipação de calor nas aves, reduz o dispêndio de energia para o equilíbrio homeotérmico, favorece o CR, aumenta a disponibilidade de energia líquida para a síntese de tecido, proporcionando, consequentemente, maior GP e melhor CA aos animais (Oliveira et al., 2006a; Oliveira et al., 2006b). A melhor condição térmica proporcionada pelo ambiente com nebulização favoreceu a viabilidade da criação. O GP e a VC majorados, associados a melhor CA, são

Tabela 4: Variáveis de desempenho, viabilidade da criação, índice de eficiência produtiva e temperatura média da pele de frangos de corte de 1 a 41 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(kg/kg)	VC (%)	IEP	TMP (°C)
Galpões com						
Ventilação e nebulização	4,06 ^a	2,48 ^a	1,64 ^b	89,38 ^a	329,06 ^a	35,54 ^b
Ventilação e sem nebulização	3,71 ^b	2,20 ^b	1,68 ^a	84,38 ^b	268,11 ^b	36,01 ^a
Níveis de fitase (FTU por kg de ração)						
0	3,88	2,34	1,66	84,38	290,12	35,80
1000	3,81	2,32	1,65	87,50	301,40	35,86
2000	3,97	2,41	1,65	86,72	300,96	35,75
3000	3,89	2,33	1,67	88,28	300,44	35,88
4000	3,90	2,34	1,67	87,50	299,99	35,62
Valor de P linear	0,6340	0,9185	0,3830	0,3243	0,6648	0,5188
Valor de P quadrático	0,8404	0,6653	0,5541	0,5188	0,6498	0,5307
Valor de P da interação fitase x galpão	0,6870	0,8284	0,0670	0,7570	0,8859	0,3245
Coefficiente de Variação (%)	4,03	3,64	2,68	7,13	8,19	2,66

CR = consumo de ração; GP = ganho de peso; CA = conversão alimentar; VC = viabilidade da criação; IEP = índice de eficiência produtiva; TMP = temperatura média da pele; FTU = unidade de atividade de fitase. 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).

responsáveis pelo maior IEP das aves alojadas no galpão com nebulizadores.

Dietas com redução de 20% de Pd, suplementadas ou não com fitase, não influenciaram o CR, GP, CA, VC, IEP e TMP ($P>0,05$) dos frangos de corte. A ausência do efeito sobre as variáveis de desempenho indica que o nível de Pd utilizado na dieta sem suplementação de fitase, na fase de 1 a 41 dias, pode proporcionar o atendimento das exigências nutricionais em fósforo das aves.

Estes resultados estão de acordo com os de Oliveira et al. (2009), que não observaram comprometimento nas variáveis de desempenho (CR, GP, CA e VC) em dietas com redução de 15% de Pd, suplementadas com fitase, em comparação à dieta controle, para frangos de corte aos 42 dias de idade. Para Laurentiz et al. (2009), a redução de 58% de Pd na ausência de fitase ou com 500 FTU por kg promove redução na viabilidade da criação; entretanto, para este mesmo nível de Pd, a inclusão de 1000 FTU por kg equipara à VC das aves sob dieta controle. Por outro lado, a redução de 39% de Pd com ou sem fitase não afeta a VC de frangos de corte na fase de 1 a 42 dias, porém, reduz o IEP na ausência de fitase, e os níveis de 500 ou 1000 FTU por kg, o torna semelhante ao da dieta controle.

O alojamento no galpão sem nebulização (Tabela 5) proporcionou às aves maior rendimento de carcaça ($P<0,05$). Oliveira et al. (2006a) e Oliveira et al. (2006b), também verificaram este efeito e inferiram que o aumento dessa variável foi devido à redução da massa das penas e órgãos metabolicamente ativos, nas aves mantidas em ambiente de maior calor, relataram ainda que essas reduções constituem um ajuste fisiológico, na tentativa de melhorar a dissipação de calor e reduzir a produção de calor corporal.

Os sistemas de climatização não influenciaram nos rendimentos de coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX), peito (RPT) e gordura abdominal (RGAB) ($P>0,05$), talvez porque o estresse térmico não foi contínuo. Oliveira et al. (2006b) observaram aumento no rendimento de RCX e RSCX e redução no RPT de aves aos 49 dias, mantidas em câmaras climáticas, expostas a 32 °C, em comparação àquelas alojadas em ambiente de conforto (21°C). Entretanto, Oliveira Neto et al. (2000) não observaram variação no RCX, RSCX e RPT de frangos de corte em ambientes de 23,3 e 32,3°C aos 42 dias de idade, porém, constataram maior deposição de gordura abdominal nas aves a 32,3 °C.

Assim como nas variáveis de desempenho, os rendimentos de carcaça, coxa, sobrecoxa e gordura abdominal não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de fitase na dieta, entretanto, o rendimento de peito melhorou linearmente, segundo a equação: $\hat{Y} = 27,0465 + 0,00067175x$ ($R^2 = 0,771$; $P<0,05$). Oliveira et al. (2009), Gomide et al. (2011) e Silva et al. (2012) avaliaram diferentes níveis de fitase, em dietas com fósforo disponível reduzido, e não observaram efeito sobre essas variáveis, nem mesmo sobre o rendimento de peito. Contudo, Ahmad et al. (2004) constataram que a suplementação de 1000 FTU por kg da dieta promoveu aumento no rendimento de peito e redução na gordura abdominal.

Os diferentes ambientes não interferiram ($P>0,05$) na incorporação de cálcio carcaça das aves (Tabela 6); todavia, 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 CR e no GP e a melhor CA justificam, 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

Tabela 5: Rendimento de carcaça, dos principais cortes e da gordura abdominal de frangos de corte aos 41 dias de idade, submetidos a dietas com fósforo disponível reduzido¹, suplementadas com fitase, alojados em ambientes com climatização diferente

Variáveis	RCARC (%)	RCX (%)	RSCX (%)	RPT (%)	RGAB (%)
Galpões com					
Ventilação e nebulização	82,80 ^b	5,75 ^a	6,78 ^a	28,58 ^a	1,87 ^a
Ventilação e sem nebulização	84,17 ^a	6,15 ^a	6,93 ^a	28,20 ^a	1,83 ^a
Níveis de fitase (FTU por kg de ração)					
0	82,89	5,95	6,79	26,90	1,94
1000	83,00	5,87	6,93	28,32	1,81
2000	84,11	6,08	6,86	28,18	1,64
3000	82,93	5,98	7,00	28,28	1,78
4000	84,34	5,89	6,68	30,28	2,07
Valor de P linear	0,1743	0,9794	0,8516	0,0360	0,6372
Valor de P quadrático	0,9008	0,7376	0,4575	0,7077	0,0576
Valor de P da interação fitase x galpão	0,6566	0,8683	0,4489	0,2655	0,2771
Coefficiente de Variação (%)	2,02	12,96	10,54	9,86	24,49

RCARC = rendimento de carcaça; RCX = rendimento de coxa; RSCX = rendimento de sobrecoxa; RPT = rendimento de peito; RGAB = rendimento de gordura abdominal; FTU = unidade de atividade de fitase. ¹Dietas com 80% de fósforo disponível do preconizado por Rostagno et al. (2011). Na mesma coluna, médias com letras diferentes, diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

climática mais próxima da zona de conforto, para frangos de corte, minimiza o custo energético dos ajustes fisiológicos para a termorregulação, e disponibiliza mais energia líquida para a deposição proteica.

Tabela 6: Incorporação de proteína bruta, cálcio e fósforo na carcaça de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade, submetidos a dietas com fósforo disponível reduzido¹, suplementadas com fitase, alojados em ambientes com climatização diferente

Variáveis	PB ² (g)	Ca (g) ²	P ² (g)
Galpões com			
Ventilação e nebulização	320,48 ^a	14,88 ^a	9,39 ^a
Ventilação e sem nebulização	296,51 ^b	15,38 ^a	8,19 ^b
Níveis de fitase (FTU por kg de ração)			
0	306,19	13,76	8,23
1000	307,87	14,17	8,33
2000	314,15	15,56	9,31
3000	306,15	16,65	9,11
4000	308,10	15,58	8,95
Valor de P linear	0,9278	0,0781	0,1930
Valor de P quadrático	0,6200	0,4251	0,4009
Valor de P da interação fitase x galpão	0,1185	0,1905	0,2875
Coeficiente de Variação (%)	5,25	19,85	15,87

PB = proteína bruta; Ca = cálcio; P = fósforo; FTU = unidade de atividade de fitase. 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).

A maior deposição de proteína verificada na carcaça das aves do ambiente com nebulização pode ter intensificado reações de síntese proteica, com 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, estes aspectos podem justificar a maior incorporação de fósforo nas aves deste ambiente.

A elevação dos níveis de fitase nas dietas não interferiu na incorporação da PB, Ca e P (P>0,05) na carcaça das aves aos 41 dias, estando coerente com os resultados obtidos no GP, RCARC e rendimentos da maioria dos cortes, que também não foram influenciados pelos níveis de fitase.

Os teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama de frangos de corte aos 41 dias foram influenciados (P<0,05) pela climatização dos galpões (Tabela 7). Os maiores teores destes minerais foram verificados na cama das aves do ambiente com nebulização, e o aumento em relação ao ambiente sem nebulização, para estas variáveis, foi respectivamente, de 15,51; 11,39 e 16,87%. Estes efeitos podem estar relacionados ao aumento do consumo de ração, que foi de 9,43% em relação ao consumo das aves alojadas no galpão sem nebulização, o que proporcionou aumento na ingestão desses minerais, e conseqüentemente, aumento na excreção.

As dietas suplementadas com diferentes níveis de fitase não afetaram (P>0,05) os teores de N, Ca e P na cama das aves aos 41 dias de idade. Silva et al. (2006), em experimento com

Tabela 7: Teores de nitrogênio, cálcio e fósforo na cama de frangos de corte de 1 a 41 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 (%)
Galpões com			
Ventilação e nebulização	2,83 ^a	1,76 ^a	0,97 ^a
Ventilação e sem nebulização	2,45 ^b	1,58 ^b	0,83 ^b
Níveis de fitase (FTU por kg de ração)			
0	2,78	1,55	0,88
1000	2,68	1,71	0,95
2000	2,65	1,68	0,88
3000	2,65	1,74	0,94
4000	2,50	1,64	0,87
Valor de P linear	0,1328	0,4881	0,7853
Valor de P quadrático	0,8936	0,2011	0,3770
Valor de P da interação fitase x galpão	0,8657	0,9238	0,6056
Coeficiente de Variação (%)	11,50	15,43	11,01

N = nitrogênio; Ca = cálcio; P = fósforo; FTU = unidade de atividade de fitase. 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).

frangos de corte aos 21 dias, e Silva et al. (2012), também não verificaram influência da fitase e dos níveis de Pd na dieta de frangos de corte (no período de 22 a 42 dias idade) sobre a excreção de nitrogênio. É possível que a ausência de diferença no teor de nitrogênio na cama esteja relacionada, em parte, à síntese de amônia a partir do ácido úrico, e sua volatilização para o ambiente.

Segundo Silva et al. (2012), os resultados dos teores de cálcio na cama de frangos de corte, sob dietas com diferentes níveis de Pd, contendo fitase, são bastante controversos, principalmente devido ao equilíbrio cálcio e fósforo no organismo das aves. Para Laurentiz et al. (2009), independentemente dos níveis de fitase, a redução dos níveis de Pd nas dietas de frangos de corte aos 42 dias de idade, ocasionou redução do P das excretas, e a utilização de 500 e 1000 FTU por kg elevou o P para quase todos os níveis de Pd (0,41; 0,33 e 0,25%), com exceção do menor nível (0,17% de Pd), no qual não foram verificadas diferenças entre os níveis de fitase utilizados (0, 500 e 1000 FTU por kg).

Conclusões

O uso de ventilação e nebulização nos aviários reduz a temperatura média da pele, melhora a viabilidade da criação e as variáveis de desempenho de frangos de corte, 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 com fitase até 4000 FTU por kg, em dietas com 80% dos níveis recomendados de fósforo disponível, para frangos de corte na fase de 1 a 41 dias, aumenta o rendimento de peito.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- AHMAD, F.; RAHMAN, M.S.; AHMED, S.U.; MIAH, M.Y. Performance of broiler on phytase supplemented soybean meal based diet. *International Journal of Poultry Science*, v. 3, n. 4, p. 266-271, 2004.
- FEITOSA, S.M.R. *Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes*. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- 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.
- 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 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; 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.
- RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.H; PARTRIDGE, G.G.; HRUBY, M.; SANDS, J.S. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. *Poultry Science*, v. 85, n.1, p. 82-89, 2006.
- 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*. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 3. ed. 252 p.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, G. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v.135, p.1-41, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3 ed., Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- 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.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. SAS/STAT: user's guide, version 6.11 ed. Cary, 1996. 842 p.
- 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.