

Balanços nutricionais e excreção de nutrientes para frangos alimentados com dietas contendo fitase do 14.o ao 24.o dias de idade

Nutritional balance and nutrients excretion for broilers fed diets containing phytase from 14th to 24th days of age

SOUSA, Joana Patrícia Lira de^{2*}; ALBINO, Luiz Fernando Teixeira³; VAZ, Roberta Gomes Marçal Vieira⁴; RODRIGUES, Kênia Ferreira⁴; STRINGHINI, José Henrique⁵; KNOOP, Rodrigo Messias⁶; KANEKO, Isabelle Naemi⁷; KREUZ, Bruna Strieder⁶

¹Parte da tese de doutorado do primeiro autor

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Dianópolis, Tocantins, Brasil

³Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

⁴Universidade Federal do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Araguaína, Tocantins, Brasil

⁵Universidade Federal do Goiás, Goiânia, Departamento de Ciência Animal, Goiânia, Goiás, Brasil

⁶Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

⁷Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

*Endereço para correspondência: jp-zoot24@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da redução de nutrientes e energia suplementada ou não com fitase para frango de corte na fase 14 a 24 dias de idade no consumo, excreção e balanço de nitrogênio, de cálcio e de fósforo. Foram distribuídos 392 frangos de corte em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se arranjo fatorial 3 x 2 + 1 que consistiram de nível reduzido de cálcio e fósforo; níveis reduzidos de aminoácidos e energia; níveis reduzidos cálcio, fósforo, aminoácidos e energia x com e sem enzima + controle positivo, totalizando sete tratamentos com oito repetições de sete aves por unidade experimental. Nas dietas com fitase utilizou-se 500 FTU de fitase/kg de ração. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por contrastes ortogonais através do teste F. Os resultados demonstram que a enzima fitase utilizada permitiu diminuir a quantidade de nutriente e energia das rações, proporcionando redução de 21,34% na excreção de cálcio e balanço de cálcio de 20,16%. Similarmente, reduções das quantidades de excreção de nitrogênio em 7,56% e fósforo em 21,34%, diminuindo a excreção desses nutrientes e aumentando o balanço de nitrogênio e fósforo em 9,41 e 33,94% em média, respectivamente.

Palavras-chave: enzimas, excreção, metabolismo

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of reduced calcium, phosphorus, energy and amino acid diets supplemented with phytase for broilers in the growth phase (14 to 28 days) on the nitrogen, calcium and phosphorus balance. We distributed 392 male broilers of Cobb, in a completely randomized in a factorial 3 x 2 + 1 (Reduced level of Ca and P; Reduced levels of amino acids and energy levels reduced Ca, P, and amino acids x with and without enzyme + positive control), seven treatments with eight replicates of seven chicks each. In the diets with phytase was used 500 FTU of phytase/kg diet. Data were submitted to variance analysis and averages were compared by the F test for orthogonal contrasts. Through the results can be seen that the enzyme phytase used thus of 21,34% reduction in calcium excretion and apparent retention ratio of calcium to 20,16%. Similarly, reductions of nitrogen excretion by 7,56% and phosphorus excretion by 21,34%, the environmental impact reducing caused by the excretion of these nutrients and increasing the apparent retention ratio of 9,41 and 33,94% in average, respectively.

Keywords: enzymes, excretion, metabolism

INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos o avanço tecnológico alcançado na avicultura, possibilitou o confinamento de frangos em altas densidades, gerando um volume considerável de dejetos. O manejo inadequado dos dejetos pode contaminar o meio ambiente em decorrência do excesso de poluentes eliminados nos solos e da água por elementos como nitrogênio (N) e fósforo (P), presentes em teores elevados nas excretas das aves. Este volume produzido traz preocupações com o destino e tratamento adequado desses dejetos (SILVA et al., 2008) tornando-se, nos últimos anos, uma preocupação tanto dos técnicos como dos produtores e pesquisadores.

Atualmente, o destino dos dejetos avícolas é a utilização como fertilizantes. No entanto, esta prática deve ser corretamente aplicada, caso contrário, se a taxa de aplicação superar a capacidade de retenção do solo e as exigências da cultura utilizada, poderá levar ao aumento na concentração de elementos tóxicos aos vegetais, reduzindo a disponibilidade de fósforo, destruindo os recursos hídricos ou levando à formação de nitritos e nitratos, ambos considerados cancerígenos (PERDOMO, 1998).

Desta forma, buscam-se alternativas que possibilitem menor impacto ambiental proveniente dos dejetos das aves. Uma prática utilizada pelos nutricionistas é o fornecimento de dietas mais balanceadas, ingredientes de alta biodisponibilidade, uso de aminoácidos sintéticos e enzimas em rações com o intuito de melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes contidos nos alimentos.

Destarte, as pesquisas mostram a melhora na eficiência de utilização do fósforo fítico dos alimentos de origem vegetal. Estudos comprovam que os efeitos negativos do fitato podem ser amenizados com a utilização da fitase

exógena, que é capaz de hidrolisar o fósforo fítico, tornando-o disponível para uso metabólico (GOMIDE et al., 2007; PEREIRA et al., 2010; CARDOSO JUNIOR et al., 2010) liberando nutrientes que poderiam ser absorvidos e utilizados pelas aves. Demonstrando que o nível de nutrientes digestíveis pode ser modificado com a suplementação de fitase. Torna-se necessário rever os níveis exigidos pelas aves quando utiliza-se rações suplementadas com fitase.

Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar a utilização de rações de frangos de corte formuladas com e sem fitase e níveis reduzidos de cálcio, fosforo, aminoácidos e energia sobre a excreção de fósforo, nitrogênio e cálcio, visando à diminuição da excreção desses nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um ensaio de metabolismo no Setor de Avicultura do Departamento de Ciência Animal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, usando o método tradicional de coleta total de excretas.

Para tanto, foram utilizados 392 frangos de corte da linhagem *Cobb 500*®, de 14 a 24 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2 + 1 que consistiram de nível reduzido de: Ca e P; aminoácido e energia metabolizável; cálcio, fósforo, aminoácido e energia x com e sem enzima + controle positivo, com oito repetições de sete aves por unidade experimental. A fitase bacteriana utilizada de *E. coli* possui atividade enzimática de 500FTU/kg de ração sendo adicionada 100g/t de ração. As dietas foram à base de milho e farelo de soja (Tabela 1).

Para formulação das dietas também foram considerados os aumentos na biodisponibilidade dos nutrientes e energia obtidos com a suplementação da fitase (Tabela 2). A fitase utilizada de *E. coli* possui atividade enzimática de 500FTU/kg de ração sendo adicionada 100g/t de ração.

As aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo, estas eram adaptadas com bandejas de ferro galvanizadas cobertas com plástico sob as gaiolas experimentais para coleta de excretas. As aves receberam água e ração à vontade, sob o regime de iluminação de 24 horas de luz (natural+artificial). As

coletas foram realizadas duas vezes por dia (8:00 e 16:00h) para evitar fermentação.

As excretas coletadas foram armazenadas em congelador a -10°C até o final do ensaio, quando foram descongeladas, devidamente homogeneizadas por parcela, pesadas e colocadas em estufa ventiladas por 72 horas a 55°C, para ser efetuada a pré-secagem. Posteriormente, foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas para as análises posteriores.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais de 8 a 21 dias de idade (% matéria natural)

Ingredientes	Controle	Tratamento com níveis reduzidos		
		Ca e P	AA e EM	Ca, P, AA e EM
Milho	58,81	60,3	61,39	62,89
Farelo de soja	35,04	34,76	33,7	33,41
Óleo de soja	2,3	1,79	1,07	0,57
Calcário	1,06	1,15	1,06	1,15
Fosfato Bicálcico	1,47	0,66	1,48	0,66
Sal comum	0,48	0,48	0,48	0,48
L-lisina HCl, 79 %	0,16	0,17	0,18	0,19
DL-metionina, 99%	0,26	0,26	0,23	0,23
L-treonina, 98%	0,03	0,03	0,01	0,02
Suplemento mineral ¹	0,11	0,11	0,11	0,11
Suplemento vitamínico ²	0,11	0,11	0,11	0,11
Cloreto de colina, 60%	0,1	0,1	0,1	0,1
Salinomicina, 12%	0,06	0,06	0,06	0,06
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100
Valores Calculados				
Proteína Bruta, %	20,80	20,80	20,38	20,38
Energia Metabolizável, kcal/kg	3.000	3.000	2.948	2.948
Cálcio, %	0,86	0,70	0,86	0,70
Fósforo total %				
Fósforo disponível, %	0,38	0,23	0,38	0,23
Lisina digestível, %	1,14	1,14	1,12	1,12
Lisina total, %	1,24	1,24	1,22	1,22
Metionina + Cistina digestível, %	0,82	0,82	0,78	0,78
Metionina + Cistina, total, %	0,9	0,9	0,86	0,86
Treonina digestível, %	0,74	0,74	0,71	0,71
Treonina total, %	0,85	0,85	0,81	0,81
Arginina digestível, %	1,31	1,31	1,28	1,28

Suplemento por quilo da dieta: ¹Manganês 77,0mg; Ferro - 55,0mg; Zinco - 71,5mg; Cobre - 11,0mg; Cobalto - 1,0mg; Iodo - 1,1mg; Selênio - 0,33mg. ²Vitamina A - 8250 UI; Vitamina D3 - 2090 UI; Vitamina E - 31 UI; Vitamina B1 - 2,2mg; Vitamina B6 - 3,08mg; Ac. Pantotênico - 11,0mg; Biotina - 0,077mg; Vitamina K3 - 1,65mg; Ácido fólico - 0,770mg; Ácido nicotínico- 33,0mg; Vitamina B12 - 0,013mg.

Tabela 2. Matriz nutricional da enzima fitase bacteriana de acordo com inclusão na dieta*

Nutrientes e energia	500 FTU/kg de dieta
Proteína bruta, %	0,520
Energia metabolizável, kcal/kg	52
Cálcio, %	0,165
Fósforo, %	0,150
Lisina, %	0,017
Metionina, %	0,004
Treonina, %	0,030
Arginina, %	0,030

*Valores de acordo com o fabricante.

Em todas as amostras (rações e excretas), foram determinados os teores de matéria seca, de nitrogênio, de cálcio e de fósforo. O método utilizado para determinação do nitrogênio das rações e das excretas foi o Kjeldahl e a determinação das cinzas, assim como do

cálcio e fósforo (rações e excretas), foi realizada seguindo métodos descritos por Detmann et al. (2012). O balanço de nitrogênio (BN), o balanço de cálcio (BCa) e o balanço de fósforo (BP) foram calculados por meio da fórmula:

$$BN = \frac{g \text{ de nutriente ingerido} - g \text{ de nutriente excretado}}{g \text{ de nutriente ingerido}} \times 100$$

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilk). Em seguida os dados foram submetidos a análise de variância, pelo procedimento General Linear Model (PROC GLM) do SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1998). As médias foram comparadas por contrastes ortogonais a 10% quando significativa através do teste F.

Os contrastes ortogonais analisados foram contraste C₁ que comparou as dietas com redução de cálcio (Ca) e fósforo (P) sem e com fitase; contraste C₂ que comparou as dietas com redução de aminoácidos (AA) e energia (EM) sem e com fitase; contraste C₃ que comparou as dietas com redução de aminoácidos, energia, cálcio e fósforo sem e com fitase; contraste C₄ que comparou as dietas controle positivo e dietas contendo níveis reduzidos sem fitase; contraste C₅ que comparou as

dietas controle positivo e dietas contendo níveis reduzidos com fitase e contraste C₆ que comparou as dietas com níveis reduzidos de ração sem e com fitase.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os tratamentos, as aves que consumiram rações com reduzido Ca e P no contrastes C₁ e reduzido Ca, P, AA e EM no contraste C₃, com e sem fitase não apresentaram diferença significativa (P<0,05) para consumo, excreção, e balanço de nitrogênio (Tabela 3). O resultado era esperado, no contraste C₁, pois este não apresenta diferenças significativas nos valores de nitrogênio. Já no C₃, demonstra que a fitase não influencia no consumo de nitrogênio pelos frangos de corte

alimentados com ração com níveis reduzidos de nutrientes e energia.

O consumo de nitrogênio foi significativo para os contrastes C₂ (comparação reduzido AA e EM com e sem fitase), C₄ (comparação controle positivo versus tratamento com níveis reduzidos sem fitase) e C₆ (comparação entre os tratamentos com e sem fitase). Esta diferença apresentada nos contrastes C₂ e C₆, mostra a eficiência entre tratamento sem e com fitase apresentando valores de 9,86% e 5,49% inferior no consumo de nitrogênio para tratamentos com níveis reduzido e fitase, respectivamente. Já para o contraste C₄, isto pode estar relacionado à tentativa dos frangos em melhorar a ingestão de nutrientes sem a suplementação de fitase.

O efeito positivo do uso de fitase nos tratamentos é confirmado pelos valores de N excretado apresentando diferença (P<0,06) nos contrastes C₂, C₅ e C₆, com redução de 9,65%, 8,47% e 7,56% na excreção de N, respectivamente. O contraste C₅ mostra aumento significativo na retenção de N em média, de aproximadamente 9,41% para os tratamentos com fitase comparada ao controle positivo. Numa observação mais minuciosa podemos constatar aumento nesta retenção de até 10,70% para tratamento com reduzido aminoácido e energia suplementada com fitase. Os valores observados no contraste C₅, demonstra a efetiva diminuição na excreção e retenção desse nutriente.

Esta redução na excreção e maior coeficiente de retenção de nitrogênio em rações com redução de aminoácidos relaciona-se com a adição da enzima fitase. No organismo, as enzimas pepsina e tripsina podem complexar com ácido fítico, formando complexos fitato-proteína ou fitato mineral-proteína podendo interferir no equilíbrio

de aminoácidos da dieta, alterando assim a digestão e absorção dos mesmos o que causa uma modificação na retenção de nitrogênio (MROZ et al., 1994). Estes resultados estão de acordo com Nagata et al. (2009) e Gomide et al. (2007) que relataram diminuição na excreção de nitrogênio em tratamentos com níveis reduzidos de PB e Pd, suplementadas com fitase. Em contrapartida, Pereira et al. (2012) não evidenciaram tal resposta a adição de fitase em rações para frangos de corte.

Muitos autores reportaram a redução na excreção de nitrogênio com uso de fitase e redução nos nível de cálcio, fósforo, energia e proteína (FARIA FILHO et al., 2005; SILVA et al., 2008; NAGATA et al., 2009; PEREIRA et al., 2010; GOMIDE et al., 2011a; GOMIDE et al., 2011b; VASCONCELLOS et al., 2011). No entanto, nenhum demonstrou esta redução com a diminuição de aminoácidos, como apresentada no presente estudo. Isto leva a conclusão de que, além de melhorar a utilização de cálcio, fósforo, proteína e utilização de energia, como reportado em inúmeros trabalhos, a suplementação de fitase possibilita a redução de aminoácidos essenciais como lisina, metionina e treonina, melhorando a retenção de nitrogênio.

Não foi observada diferença (P<0,05) para consumo de P nos contrastes C₁ (compara tratamento com reduzido Ca e P com e sem fitase), C₃ (compara tratamento com reduzido Ca, P, AA e EM com e sem fitase) e C₆ (compara tratamentos com níveis reduzidos de nutrientes e energia com e sem fitase) (Tabela 4). No entanto, percebemos que as rações que receberam reduzido cálcio e fósforo (C₁ e C₃) consumiram em média 24,98% a menos de fósforo comparada ao tratamento controle.

Tabela 3. Metabolizabilidade de nitrogênio (N) de frangos alimentados com dietas iniciais (14 a 24 dias de idade) com redução dos níveis nutricionais e energia e adição de fitase

Variável	CP ¹	Tratamentos com níveis reduzidos						CV ⁵ (%)	Contrastes Ortogonais ⁶					
		Ca e P ²		AA e EM ³		Ca, P, AA e EM ⁴			C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
		Sem fitase	Com fitase	Sem fitase	Com fitase	Sem fitase	Com fitase							
N consumido (g/d)	16,99	17,54	17,16	18,67	16,83	17,35	16,61	5,52	NS	*	NS	**	NS	*
N excretado (g/d)	9,09	9,14	8,46	9,12	8,24	8,72	8,25	10,28	NS	**	NS	NS	**	**
BN (%)	46,38	47,89	50,66	51,16	51,32	49,48	50,17	10,24	NS	NS	NS	NS	**	NS

¹Controle positivo = 3.000kcal/kg EM, 20,8% CP, 0,38% P e 0,86% Ca; ²Ca e P = 3.000kcal/kg EM, 20,8% CP, 0,23% P e 0,69% Ca; ³AA e EM = 2.948kcal/kg EM, 20,38% CP, 0,38% P e 0,86% Ca; ⁴Ca, P, AA e EM = 2.948kcal/kg EM, 20,38% CP, 0,23% P e 0,69% Ca; ⁵ Coeficiente de variação;

⁶Contraste ortogonal: C₁ = Reduzido Ca e P x Reduzido Ca e P + fitase; C₂ = Reduzido AA e EM x Reduzido AA e EM + fitase; C₃ = Reduzido Ca, P, AA e EM x Reduzido Ca, P, AA e EM + fitase; C₄ = Controle positivo x Tratamentos sem fitase; C₅ = Controle positivo x Tratamento com fitase; C₆ = Tratamento com fitase x Tratamento sem fitase comparado para o teste F (P<0,05). NS = Não significativo para 10% de probabilidade; * P<0,01; **P<0,05; ***P<0,10.

Tabela 4. Metabolizabilidade de fósforo (P) de frangos alimentados com dietas iniciais (14 a 24 dias de idade) com redução dos níveis nutricionais e energia e adição de fitase

Variável	CP ¹	Tratamentos com níveis reduzidos						CV ⁵ (%)	Contrastes Ortogonais ⁶					
		Ca e P ²		AA e EM ³		Ca, P, AA e EM ⁴			C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
		Sem fitase	Com fitase	Sem fitase	Com fitase	Sem fitase	Com fitase							
P consumido (g/d)	20,31	15,05	15,24	20,64	19,71	15,57	15,09	5,71	NS	***	NS	*	*	NS
P excretado (g/d)	12,49	9,48	7,27	13,40	11,29	8,47	6,09	13,56	*	*	*	*	*	*
BP (%)	38,47	36,94	52,24	35,11	42,64	45,47	59,70	15,25	*	**	*	NS	*	*

¹Controle positivo = 3.000kcal/kg EM, 20,8% CP, 0,38% P e 0,86% Ca; ²Ca e P = 3.000kcal/kg EM, 20,8% CP, 0,23% P e 0,69% Ca; ³AA e EM = 2.948kcal/kg EM, 20,38% CP, 0,38% P e 0,86% Ca; ⁴Ca, P, AA e EM = 2.948kcal/kg EM, 20,38% CP, 0,23% P e 0,69% Ca; ⁵ Coeficiente de variação;

⁶Contraste ortogonal: C₁ = Reduzido Ca e P x Reduzido Ca e P + fitase; C₂ = Reduzido AA e EM x Reduzido AA e EM + fitase; C₃ = Reduzido Ca, P, AA e EM x Reduzido Ca, P, AA e EM + fitase; C₄ = Controle positivo x Tratamentos sem fitase; C₅ = Controle positivo x Tratamento com fitase; C₆ = Tratamento com fitase x Tratamento sem fitase comparado para o teste F (P<0,05). NS = Não significativo para 10% de probabilidade; * P<0,01; **P<0,05; ***P<0,10.

Houve diferença ($P < 0,07$) para os contrastes C_2 (comparação entre tratamentos com reduzido AA e EM com e sem fitase), ($P < 0,001$) C_4 (compara o tratamento controle positivo com os tratamentos sem fitase) e ($P < 0,001$) C_5 (compara o tratamento controle positivo com o tratamento com fitase), com consumo de fósforo de 4,51, 15,85 e 17,87% inferior para rações com fitase e níveis reduzidos de nutrientes e energia

Este resultado não está de acordo com Nagata et al. (2009) que observaram menor consumo de fósforo para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, alimentados com dietas com níveis reduzidos de fósforo disponível e proteína bruta comparados a dieta controle. O mesmo foi observado por Runho et al. (2001) com menor consumo de Pd, com rações abaixo de 0,35% Pd.

Todos os contrastes mostraram-se diferentes para a excreção de P com valores de 23,31; 15,75; 28,10 e 21,34% inferiores para os contraste C_1 ; C_2 ; C_3 e C_6 , respectivamente, para tratamentos com suplementação de fitase. Este efeito positivo na excreção de fosforo, possivelmente, é devido ao uso da enzima fitase que degrada o composto fitato encontrados em grandes quantidades nos alimentos de origem vegetal. Nagata et al. (2009) encontraram redução média de 24,7% de fósforo na excreta de aves alimentadas com rações, contendo níveis reduzidos de PB e Pd, suplementadas com fitase.

O balanço de P apresentou diferença para os contrastes C_1 ; C_2 ; C_3 , C_5 e C_6 com valores superiores de 29,29; 17,66; 23,84; 25,34 e 23,99% com retenção de fósforo maior nos tratamentos com suplementação de fitase, estando de acordo com os dados de Gomide et al. (2011b) ao demonstrarem que rações

suplementadas com fitase possibilitam maiores valores de retenção de fósforo. Tanto a excreção como a retenção de fósforo podem ser influenciados pela suplementação de fitase. Isto à liberação de fósforo pela degradação do ácido fítico. Segundo Maenz (2001), em alimentos de origem vegetal, a disponibilidade é baixa, uma vez que esse mineral se encontra na forma de fitato ou ácido fítico, não sendo utilizados por não ruminantes, pois estes animais não possuem capacidade de hidrolisar essa molécula.

Ao comparar os contrastes C_1 , C_2 e C_3 não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) para as variáveis consumo, excreção e balanço de Ca (Tabela 5). As aves alimentadas com rações contendo teores reduzidos de Pd e Ca com níveis de Pd de 15, 17 e 19% de PB apresentaram consumo de Ca inferior do que rações com níveis normais de Ca e Pd (SILVA et al., 2008).

Em contrapartida, os contrastes C_4 e C_5 apresentaram diferença para consumo de Ca de 9,95 e 10,86% para os tratamentos com reduzido nível de nutrientes e de energia. O contraste C_5 apresentou diferença ($P < 0,001$) na excreção de Ca, apresentando 16,61% inferior entre o tratamento com redução dos níveis de nutriente e de energia suplementada com fitase em comparação com o tratamento controle positivo.

A suplementação de fitase pode melhorar a utilização de Ca pela hidrólise do fitato. Os frangos que consomem rações com baixos níveis de fósforo e de cálcio possuem capacidade superior para hidrolisar o fitato em comparação a frangos recebendo níveis altos desses minerais inorgânicos (DENBOW et al., 1995; POWELL et al., 2011).

Tabela 5. Metabolizabilidade do cálcio (Ca) de frangos alimentados com dietas iniciais (14 a 24 dias de idade) com redução dos níveis nutricionais e energia e adição de fitase

Variável	Tratamentos com níveis reduzidos							CV ⁵ (%)	Contraste Ortogonais ⁶					
	CP ¹	Ca e P ²		AA e EM 2 ³		Ca, P, AA e EM ⁴			C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
		Sem fitase	Com fitase	Sem fitase	Com fitase	Sem fitase	Com fitase							
Ca consumido (g/d)	4,43	3,61	3,72	4,56	4,48	3,78	3,62	5,66	NS	NS	NS	*	*	NS
Ca excretado (g/d)	2,95	2,62	2,49	3,16	2,98	2,55	1,92	16,39	NS	NS	*	NS	*	**
BCa (%)	33,25	27,37	33,21	30,65	33,45	32,50	46,72	28,83	NS	NS	*	NS	NS	*

¹Controle positivo = 3.000kcal/kg EM, 20,8% CP, 0.38% P e 0.86% Ca; ²Ca e P = 3.000kcal/kg EM, 20,8% CP, 0.23% P e 0.69% Ca; ³AA e EM = 2.948kcal/kg EM, 20,38% CP, 0.38% P e 0.86% Ca; ⁴Ca, P, AA e EM = 2.948kcal/kg EM, 20,38% CP, 0.23% P e 0.69% Ca; ⁵ Coeficiente de variação;

⁶Contraste ortogonal: C₁ = Reduzido Ca e P x Reduzido Ca e P + fitase; C₂ = Reduzido AA e EM x Reduzido AA e EM + fitase; C₃ = Reduzido Ca, P, AA e EM x Reduzido Ca, P, AA e EM + fitase; C₄ = Controle positivo x Tratamentos sem fitase; C₅ = Controle positivo x Tratamento com fitase; C₆ = Tratamento com fitase x Tratamento sem fitase comparado para o teste F (P<0.05). NS = Não significativo para 10% de probabilidade; * P<0,01; **P<0,05; ***P<0,10.

Houve diferença ($P < 0,05$) para a variável excreção de cálcio e balanço de Ca (BCa) nos contrastes C_3 e C_6 . Os valores calculados para excreção e BCa para o contraste C_3 foram de 24,71 e 30,44% superiores respectivamente. Já as diferenças apresentadas pelo contraste C_6 foram de redução de 11,51% de excreção de cálcio e incremento de 20,16% no BCa, para os tratamentos suplementados com fitase. Corroborando com este resultado, Viveiros et al. (2002) constataram aumento na retenção de Ca com suplementação de fitase em rações com níveis reduzidos de Pd.

De acordo com Shafey et al. (1991) até 90% do Ca se encontra na forma insolúvel e sugerem que o nível de cálcio pode elevar o pH intestinal, causando redução na fração solúvel de minerais e a sua disponibilidade para absorção reduzindo os componentes Ca, P, Zn e Mn mesmo com suplementação de fitase havendo a necessidade de reduzir o fornecimento de Ca.

O melhor resultado para retenção de cálcio foi o tratamento com reduzido Ca, P, AA e EM suplementado com fitase que apresentou 40,54% maior retenção de Ca comparada ao tratamento controle positivo. Com estes resultados, demonstra-se que para a efetiva retenção de Ca é necessário o atendimento das exigências dos animais, sem permitir o excesso ou falta de qualquer nutriente. Deve-se considerar diferenças quando se suplementa fitase em rações para frangos de corte.

A manipulação dos níveis de cálcio, de fósforo, de aminoácido e de energia metabolizável nas rações de frangos de corte na fase inicial pode interferir na excreção e balanço de minerais. Dessa forma, a formulação de rações com fitase associada à diminuição de nutrientes e de energia, pode reduzir em

7,56; 21,34; 11,51% a excreção de N, P e Ca, respectivamente, para frangos suplementados com fitase na fase inicial.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO JUNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.R.F.; LIMA, R.R.; LIMA, G.F.R. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1237-1245, 2010.
- DENBOW, D.M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, Y.I.Z.; HULET, R.M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, v.74, n.11, p.1831-1842, 1995.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A. C.; BETERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S. SANTOS PINA, D.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.
- FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; VIEIRA, B.S.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance, and nitrogen excretion of broiler

chickens from 7 to 21 days of age.

Revista Brasileira Ciência Avícola,
v.7, p.247-253, 2005

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.;
BETERCHINI, A.G.; FREITAS, 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, 2011a.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.;
ZANGERONIMO, M.G.;
BETERCHINI, A.G.; SANTOS, L.M.
dos; ALVARENGA, R.R. Nitrogen,
calcium and phosphorus balance of
broilers fed diets with phytase and
crystalline amino acid. **Ciência e
Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.591-597,
2011b.

GOMIDE, E.M.; RODRIGUES, P.B.;
FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.
Planos nutricionais com a utilização de
aminoácidos e fitase para frangos de
corte mantendo o conceito de proteína
ideal nas dietas. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.36, n.6, p.1769-1774,
2007.

MAENZ, D.D. Enzymatic
characteristics of phytases as they relate
to their use in animals feeds. In:
BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G.
(Eds.) **Enzymes in farm animal
nutrition**. Wallingfordab Publishing,
2001. 406p

MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.;
KEMME, P.A. Apparent digestibility
and retention of nutrients bound to
phytate complexes as influenced by
microbial phytase and feeding regimen
in pigs. **Journal of Animal Science**,
v.72, n.1, p.126-132, 1994.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.;
RODRIGUES, K.F.; FREITAS, R.T.F.;
ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T. Uso do
conceito de proteína ideal em rações com
diferentes níveis energéticos,
suplementadas com fitase para frangos de
corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e
Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.599-605, ,
2009.

PERDOMO, C.C. Como obter o máximo
aproveitamento dos resíduos/dejetos
avícolas. In: SIMPÓSIO GOIANO DE
AVICULTURA, 3., 1998, Goiânia.
Anais... Goiânia: AGA, 1998, p.11-16.

PEREIRA, A.A.; JUNQUEIRA, O.M.;
ALVA, J.C.R.; SGAVIOLI, S.; PRAES,
M.F.F.M.; GRIEP JUNIOR, D.N.
Utilização de rações de poedeiras
comerciais formuladas com fitase e níveis
de proteína bruta sobre a excreção de
fósforo, nitrogênio e cálcio. **ARS
Veterinaria**, v.26, n.3, p.178-183, 2010.

PEREIRA, R.; MENTEN, J.F.M.;
ROMANO, G.G.; SILVA, C.L.S.;
ZAVARIZE, K.C.; BARBOSA, N.A.A.
Eficiência de uma fitase bacteriana na
liberação de fósforo fitico em dietas de
frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de
Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.64,
n.1, p.137-144, 2012.

POWELL, S.; BIDNER, T.D.;
SOUTHERN, L.L. Phytase
supplementation improved growth
performance and bone characteristics in
broilers fed varying levels of dietary
calcium **Poultry Science**, v.90, p.604–
608, 2011.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.;
ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.;
LOPES, P.S.; POZZA, P.C. Exigência de
fósforo disponível para frangos de corte
machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idades.
Revista Brasileira de Zootecnia, v.30,
p.187-196, 2001.

SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W.; DINGLE, J.G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. **British Poultry Science**, v.32, n.1, p.185-194, 1991.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; DE 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.

VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; LARA, L.J.C.; VIDAL, T.Z.B.; SILVA, M.A. SILLVA, P.C.

Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivos Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.659-669, 2011.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; CENTENO, C. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v.81, p.1172-1183, 2002.

Data de recebimento: 07/08/2013

Data de aprovação: 16/06/2014