

Efeito da Adição da Enzima Fitase sobre o Desempenho e a Digestibilidade Ileal de Nutrientes¹

Anel Atencio Tejedor², Luiz Fernando Teixeira Albino³, Horacio Santiago Rostagno³, Flávio Medeiros Vieites²

RESUMO - Conduziu-se um experimento utilizando 384 pintos de corte machos, *Avian Farm*, para se avaliar o efeito da fitase sobre o desempenho das aves e os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da energia bruta (EB), do fósforo (P) e do cálcio (Ca) e os valores de energia digestível ileal aparente (EDI_{ap}) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de dietas à base de milho e farelo de soja com diferentes níveis de Ca e P disponível (P_d). Foram utilizados pintos no período de 10 a 24 dias de idade, em arranjo fatorial 2 x 3, com oito repetições contendo oito aves cada. As dietas foram formuladas contendo dois níveis de Ca e P_d: normal (0,93%Ca/0,45%P_d) e baixo (0,80%Ca/0,33%P_d) x três níveis de fitase (0 - controle, 500 FTU - fitase 1 e 750 fitase - 2). Óxido crômico (0,5%) foi adicionado às dietas a fim de se estimar o fator de indigestibilidade. A fitase 1 melhorou o ganho de peso em 3,4% e a fitase 2, em 2,8%. Ambas as enzimas melhoraram a conversão alimentar em 3% e a digestibilidade da PB, da EB, do P e do Ca. A adição das enzimas, também, melhorou significativamente a energia digestível ileal aparente (EDI_{ap}), entretanto não se observou efeito da adição de fitase sobre EMAn.

Palavras-chave: digestibilidade de nutrientes, enzima, fitase, frangos de corte, milho e farelo de soja

Effect of Phytase Supplementation on the Performance and Ileal Digestibility of Nutrients

ABSTRACT - One experiment was conducted to evaluate the effect of microbial enzymes, phytase, on the performance of the birds and on the digestibility coefficient of dry mater (DM), crude protein (CP), phosphorus (P) and calcium (Ca) and the values of apparent ileal digestible of energy (AIDe) and nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn). A total of 384 *Avian Farm* male broiler chicks, 10 days old, during 14 d-trial were used in a factorial arrangement of 2 x 3, with eight replicates, eight chicks per unit were used. The diets were formulated to contain two levels of Ca and available P normal (0.93%Ca/0.45%P_d) and low (0.80%Ca/0.33%P_d) x three level of phytase (o - control, 500 FTU phytase - 1 and 750 phytase 2). Chromic oxide (0,5%) was added to the diets, as an indigestible marker, to estimate ileal digestibility. Phytase 1 improve weight gain in 3.4% and phytase 2 in 2.8%. Both enzymes improved feed:gain ratio in 3% and the digestibility of CP, E, P and Ca. Phytase addition, also, improved AIDe, however the enzyme did not improve the EMAn.

Key Words: enzyme, phytase, corn-soyben meal, broilers chicks, nutrient digestibility

Introdução

No Brasil, aproximadamente 90% das dietas para aves são compostas de ingredientes de origem vegetal (milho e farelo de soja), sendo que a maior parte do fósforo presente nestes ingredientes se encontra na forma de ácido fítico, o qual é indisponível para aves. Segundo informações apresentadas no NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1994), 30 a 40% do conteúdo total de P dos vegetais é considerado fósforo não-fítico.

A molécula de ácido fítico contém, aproximadamente, 28,2% de fósforo e sua propriedade antinutricional está

além do não-aproveitamento do fósforo. Este ácido é um potente agente quelante de nutrientes como, por exemplo, proteínas, aminoácidos, amido e cátions (RAVINDRAN et al., 1999), e enzimas, como a pepsina, tripsina e α -amilase (SEBASTIAN et al., 1998), de modo que a solubilidade e a digestibilidade são drasticamente reduzidas pela formação de complexos insolúveis.

Sob o ponto de vista da nutrição, a viabilização técnica das enzimas exógenas é marco importante, pois permite melhor aproveitamento de nutrientes. Incremento na utilização do fósforo, dos aminoácidos e da energia, por meio da utilização de enzimas fitase,

¹ Parte da tese de Mestrado apresentada à UFV pelo primeiro autor.

² Estudante de Doutorado do DZO - UFV, CEP: 36571-000, Viçosa - MG. E.mail: anel@alunos.ufv.br

³ Professor do DZO-UFV, CEP: 36571-000, Viçosa - MG. Bolsista do CNPq.

representaria economia significativa no custo final da formulação das rações.

O fósforo e o nitrogênio são nutrientes essenciais em vários processos metabólicos dos animais; contudo, os movimentos ambientalistas têm forçado a redução destes nutrientes poluentes, que podem ser excretados em maior ou menor quantidade, dependendo da manipulação das fórmulas das dietas e das enzimas adicionadas.

Assim, é fundamental a realização de trabalhos de pesquisa visando conhecer o efeito da adição de enzimas microbianas exógenas sobre a digestibilidade dos nutrientes em diferentes ingredientes utilizados nas dietas para aves.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito da adição de fitase em dietas à base de milho e farelo de soja, com diferentes níveis de Ca e P_d, sobre o desempenho de frangos de corte; os coeficientes de digestibilidade ileal da MS, da PB, da EB, do Ca e do P; e os valores de digestibilidade ileal e metabolizável aparente da energia, mediante ensaio biológico, utilizando pintos de corte.

Material e Métodos

Realizou-se um experimento de desempenho e ensaio biológico de digestibilidade, utilizando-se o “método tradicional de coleta total de excreta e de digesta do íleo”. A temperatura média registrada durante o experimento foi de 23°C e a média das mínimas e máximas, de 18 e 28°C, respectivamente.

Foram utilizados 384 pintos de corte, machos, da linhagem *Avian Farm*, com 10 dias de idade e peso médio de 183 g. As rações (Tabela 1) à base de milho e farelo de soja foram formuladas para atender as exigências nutricionais das aves, de acordo com as recomendações de ROSTAGNO et al. (1996).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 3, com oito repetições de oito aves por unidade experimental. As dietas foram formuladas contendo dois níveis de Ca e P_d, normal (0,93%Ca/0,45%P_d) e baixo (0,80%Ca/0,33%P_d), vs três níveis de enzima fitase (0 para o controle, 500 FTU para fitase 1 e 750 FTU para fitase 2).

A enzima 1, com atividade enzimática de 3114 FTU/g, foi adicionada na dosagem de 160,6 g/kg de ração (500 FTU/kg). A enzima 2, com atividade enzimática de 3594 FTU/g, foi adicionada na proporção de 208,7 g/t (750 FTU/kg), de acordo com as recomendações da indústria.

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (% matéria natural)

Table 1 - Composition of the reference diet (% fed basis)

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Nível Ca e P _d <i>Ca and P_a level</i>	
	Normal <i>Normal</i>	Baixo <i>Low</i>
	----- (%) -----	
Milho <i>Corn</i>	56,68	57,88
Farelo de soja, 45% PB <i>Soybean meal, 45% CP</i>	37,00	36,80
Óleo vegetal <i>Soybean oil</i>	2,13	1,73
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,807	1,150
Calcário <i>Limestone</i>	0,940	1,000
Sal <i>Salt</i>	0,392	0,392
Óxido crômico <i>Chromic oxide</i>	0,500	0,500
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin premix</i>	0,100	0,100
DI-Metionina (99%) <i>DL-Methionine</i>	0,180	0,178
Anticoccidiano ³ <i>Anticoccidial</i>	0,050	0,050
Cloreto de colina (60%) <i>Choline chloride</i>	0,060	0,060
Antioxidante ⁴ <i>Antioxidant</i>	0,010	0,010
Caulim	0,100	0,100
Total	100	100
Valores calculados <i>Calculated values</i>		
Proteína bruta, (%) <i>Crude protein</i>	21,90	21,90
Energia metabolizável <i>Metabolizable energy kcal/kg</i>	3000	3000
Metionina + Cistina (%) <i>Methionine + Cys</i>	0,88	0,88
Lisina (%) <i>Lysine</i>	1,20	1,20
Ca (%)	0,93	0,80
Fósforo disponível % <i>Available phosphorus</i>	0,45	0,33

¹ Premix mineral contendo: Ferro (*Iron*), 100,0 g; Cobalto (*Cobalt*), 2,0 g; Cobre (*Copper*), 20,0 g; Manganês (*Manganese*), 160 g; Zinco (*Zinc*) 100 g; Iodo (*Iodine*), 2,0 g; Excipiente q.s.p., 500g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I.; Vit. D₃, 2.000.000 U.I.; Vit. E, 30.000 U.I.; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico (*Pantothenic acid*), 12,0 g; Biotina (*Biotin*), 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico (*Folic acid*), 1,0 g; Ác. nicotínico (*Nicotinic acid*), 50,0 g; Selênio (*Selenium*), 250,0 mg; Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Maduramicina.

⁴ Butil hidroxi tolueno 99%.

O óxido crômico, utilizado como indicador fecal, para a determinação dos coeficientes de digestibilidade, foi misturado com os demais ingredientes na concentração de 0,5%.

Até os 10 dias de idade, as aves receberam ração inicial para frangos de corte e ficaram alojadas em um galpão de alvenaria. Após esse período, os pintos foram transferidos para baterias frias tipo "PETER SIME", com 225 cm² de área (45cm de largura, 50 cm de comprimento e 40 cm de altura), em estrutura metálica, constituídas de compartimentos distribuídos em dois andares. Estas baterias, em número de quatro, estavam dispostas em uma sala de 68 m², com 2,80 m de pé direito e grandes janelas de vidro. As aves receberam luz natural e, ou, artificial durante 24 horas. Para maior conforto dos animais, foram utilizados dois aquecedores elétricos e uma campânula a gás, à noite, durante todo o período experimental. As aves receberam água e ração experimental à vontade.

As aves e dietas foram pesadas no início e no final do experimento, para avaliação do ganho de peso e da conversão alimentar. Dos 19 a 24 dias de idade, realizou-se a coleta total de excretas, com intervalo de 12 horas, para o cálculo dos valores de energia metabolizável aparente, corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn).

Aos 25 dias de idade, todas as aves de cada repetição foram abatidas com deslocação cervical e imediatamente disseccionadas para obtenção da digesta da porção do íleo terminal, desde um ponto 5 cm antes da junção íleo-cecólica até 15 cm em direção anterior ou em direção ao jejuno. Este segmento foi seccionado transversalmente e seu conteúdo, retirado e colocado dentro de um copo plástico.

As digestas e excretas coletadas foram acondicionadas em bandejas plásticas devidamente identificadas, pesadas e, posteriormente, armazenadas em congelador. Após, as amostras foram pré-secas a 65°C, por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, e moídas em moinhos com 1 mm de mesh e imediatamente preparadas para análise laboratorial de óxido crômico, matéria seca, nitrogênio, energia bruta, fósforo e cálcio.

As análises químicas das excretas, digestas e rações foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, por intermédio da metodologia descrita por SILVA (1990).

Uma vez obtidos os resultados de análises laboratoriais das dietas, da digesta e das excretas, foram calculados os coeficientes de digestibilidade

ileal aparente da matéria seca, da proteína bruta, da energia bruta, do fósforo e do cálcio; os valores de energia digestível ileal aparente com base nos níveis de cromo na dieta e digesta; e o fator de indigestibilidade. Os valores de EMAn das rações foram calculados por meio de equações propostas por MATTERSON et al. (1965).

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias, utilizando-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) do programa estatístico SAS (1996).

Resultados e Discussão

Não se observou interação entre os diferentes níveis de Ca e P_d e a adição de fitase nas dietas, para nenhum dos parâmetros estudados. Entretanto, a adição da fitase melhorou (P<0,05) o ganho de peso e a conversão alimentar (Tabela 2).

A adição das fitases 1 e 2 na dieta melhorou em 3,4 e 2,8%, respectivamente, o ganho de peso (P<0,05). A conversão alimentar foi melhorada (P<0,05) em 3% por ambas as enzimas. Não houve diferença (P>0,05) entre as fitases 1 e 2. Estes resultados estão coerentes com os encontrados por vários pesquisadores (YI et al., 1996; BIEHL e BAKER, 1997; QIAN et al., 1997; SEBASTIAN et al., 1997; KERSEY et al., 1998; NAMKUNG e LEESON, 1999; e RAVINDRAN et al., 1999). No entanto, SOHAIL e ROLAND (1999), utilizando níveis de P_d normais e baixos (0,325 e 0,225%) e três níveis de fitase (0, 300 e 600 FTU), não observaram melhora no desempenho. Os autores relataram que as características ósseas são parâmetros mais sensíveis que o desempenho para se avaliar o efeito da fitase.

A diminuição dos níveis de Ca e P_d (0,80%Ca/0,33%P_d) não afetou (P>0,05) o ganho de peso e a conversão alimentar, embora tenha sido observada melhora (P>0,05) nos coeficientes de digestibilidade da MS, PB, Ca, P e nos valores de EDIap (Tabela 3 e 4) nas rações com níveis normais de Ca e P_d, a qual não foi traduzida em melhora no desempenho. Estes resultados provavelmente estão relacionados ao efeito cumulativo do fósforo e cálcio, fornecidos durante os 10 primeiros dias de vida, quando os animais receberam uma dieta com níveis de Ca e P_d dentro do requerimento, concordando com os achados de SOHAIL e ROLAND (1999).

A adição de ambas as fitases nas dietas não afetou o consumo de ração (P>0,05), porém as dietas com níveis de Ca e P_d baixo promoveram consumo 2%

Tabela 2 - Efeito da adição da fitase sobre o desempenho de frangos de corte
 Table 2 - Effect of phytase supplementation on broilers performance

Enzima <i>Enzyme</i>	Ganho de peso (g) <i>Body weight gain</i>			Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>			Conversão alimentar <i>Feed:gain ratio</i>		
	Nível Ca e P _d ¹ <i>Ca and P_a level</i>			Nível Ca e P _d <i>Ca and P_a level</i>			Nível Ca e P _d <i>Ca and P_a level</i>		
	Normal <i>Normal</i>	Baixo <i>Low</i>	Média <i>Mean</i>	Normal <i>Normal</i>	Baixo <i>Low</i>	Média <i>Mean</i>	Normal <i>Normal</i>	Baixo <i>Low</i>	Média <i>Mean</i>
Controle <i>Control</i>	613	619	616 ^B	1,011	1,030	1,021	1,66	1,67	1,66 ^A
Fitase 1 <i>Phytase 1</i>	633	641	637 ^A	1,015	1,043	1,029	1,61	1,61	1,61 ^B
Fitase 2 <i>Phytase 2</i>	635	631	633 ^A	1,017	1,026	1,022	1,60	1,62	1,61 ^B
Média (Mean)	627	631		1,014 ^b	1,033 ^a		1,62	1,64	
Anova	Probabilidade do teste F <i>Probability of F test</i>								
Ca e P _d <i>Ca and P_a</i>		0,49			0,04			0,29	
Fitase (Fit) <i>Phytase</i>		<0,01			0,73			<0,01	
Ca e P _d *Fit <i>Ca and P_a</i>		0,64			0,71			0,64	
CV (%)		2,87			3,12			2,29	

^{ab} Médias seguidas por letras minúsculas na mesma linha são diferentes pelo teste F (P<0,05).

^{AB} Médias seguidas por letras maiúsculas na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK (P<0,05).

¹ Ca e P_d: normal = 0,93%Ca/0,45%P_d e baixo = 0,80%Ca:0,33%P_d.

^{ab} Means in the same line followed by different letter are different (P<.05) by Newman-Keuls test.

^{AB} Means in the same column followed by different letter are different (P<.05) by Newman-Keuls test.

¹ Ca and P_a: normal = .93%Ca/.45%P_a and low = .80%Ca:.33%P_a.

mais elevado (P<0,05). Este aumento no consumo de ração, das dietas com níveis baixos de Ca e Pd, talvez ocorreu com o intuito de compensar a deficiência de Ca e P_d.

A ausência de interação significativa dos níveis de Ca e P_d vs fitase, neste estudo, indica que a influência da fitase sobre o desempenho não dependeu dos níveis da Ca e P_d.

O aumento no ganho de peso pela adição das enzimas pode ser explicado por incremento encontrado na digestibilidade ileal da PB, do P, do Ca e dos valores da EDIap (Tabela 3 e 4). Estes resultados concordam com os encontrados por diversos autores (BROZ et al., 1994; PERNEY et al., 1993; SEBASTIAN et al., 1996; SEBASTIAN et al., 1997; KERSEY et al., 1998; NAMKUNG e LEESON, 1999; e RAVINDRAN et al., 1999).

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da energia bruta (EB), do fósforo (P) e do cálcio (Ca) são apresentados na Tabela 3.

Não foi observada interação (P<0,05) para nenhum dos parâmetros estudados. A adição da fitase

aumentou (P<0,05) a digestibilidade ileal de PB, EB, P e Ca, mas não influenciou na digestibilidade da MS. A fitase 1 melhorou os coeficientes de digestibilidade da PB (1%), EB (1%), do Ca (3,5%) e do P (3,5%) e a fitase 2 melhorou a digestibilidade da PB (1,7%), EB (1,2%), do Ca (5 %) e do P (4%) em relação ao controle. Os efeitos positivos da adição da fitase estão de acordo com os encontrados por vários pesquisadores (NELSON et al., 1971; YI et al., 1996; SEBASTIAN et al., 1996, 1997; QIAN et al., 1997; KERSEY et al., 1998; NAMKUNG e LEESON, 1999; e RAVINDRAN et al., 1999).

A molécula de ácido fítico tem capacidade de se ligar à proteína, em meios ácido, alcalino e neutro (Anderson, 1985, citado por SEBASTIAN et al. (1997), e reduzir a atividade da pepsina, tripsina e amilase (SEBASTIAN et al., 1998). Espera-se melhorar o aproveitamento de proteína e aminoácidos, por meio da quebra destes complexos nutritivos, pela utilização de fitase microbiana nas dietas.

Na análise dos diferentes níveis de Ca e P_d, observou-se efeito significativo (P<0,05) para todos os parâmetros estudados. Os coeficientes de

Tabela 3 - Efeito da adição da fitase sobre os coeficientes de digestibilidade (CD) ileal aparente de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fósforo (P) e cálcio (Ca)

Table 3 - Effect of phytase supplementation on apparent ileal digestibility coefficient (DC) for dry mater (DM), crue protein (CP), energy (E), phosphorus (P) and Calcium (Ca)

Fitase (Fit) Phytase	CDMS (DCDM) % Nível Ca e Pd ¹ Ca and P _a level			CDPB (DCCP) % Nível Ca e Pd ¹ Ca and P _a level			CDEB (DCE) % Nível Ca e Pd ¹ Ca and P _a level			CDP (DCP) % Nível Ca e Pd ¹ Ca and P _a level			CDCa (DCCa) % Nível Ca e Pd ¹ Ca and P _a level		
	Normal Normal	Baixo Low	Média Mean	Normal Normal	Baixo Low	Média Mean	Normal Normal	Baixo Low	Média Mean	Normal Normal	Baixo Low	Média Mean	Normal Normal	Baixo Low	Média Mean
Controle Control	75,86	75,34	75,60	85,10	84,15	84,63 ^B	76,89	75,50	76,20 ^B	69,91	63,88	66,90 ^B	62,37	61,51	61,94 ^B
Fitase 1 (2) Phytase 1	76,43	75,18	75,81	85,68	85,23	85,46 ^A	77,96	75,81	76,89 ^A	73,03	67,55	70,29 ^A	65,23	62,93	64,08 ^{BA}
Fitase 2 (2) Phytase 2	76,33	75,31	75,82	85,95	85,54	85,74 ^A	78,32	75,84	77,09 ^A	72,47	66,53	69,50 ^A	67,04	63,19	65,12 ^A
Média Mean	76,21 ^a	75,28 ^b	75,82	85,57 ^a	84,9 ^b	85,74 ^a	77,73 ^a	75,72 ^b	76,20 ^b	71,80 ^a	65,99 ^b	69,50 ^a	64,88 ^a	62,54 ^b	64,08 ^{BA}
Anova	Probabilidades do teste de F Probability of the F test														
Ca e P _d															
Ca and P _a															
Fitase (Fit)	<0,01			0,03			<0,01			<0,01			0,03		
Phytase	0,76			<0,01			0,05			<0,05			0,05		
Ca e P _d *Fit	0,55			0,68			0,32			0,94			0,52		
Ca and P _a *Phy	1,27			1,13			1,35			3,39			5,83		
CV (%)															

a, b Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste F (P<0,05).

A, B Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK (P<0,05); EB e Ca estão destacados por letras em itálico (P<0,1).

1 Ca e P_d: normal = 1%Ca/0,45%P_d e baixo = 0,70%Ca/0,32%P_d.

Fitase 1 = 500 FTU/kg e Fitase 2 = 750 FTU/kg.

a, b Means in the same line followed by different letter are different (P<0,05) by Newman-Keuls test.

A, B Means in the same column followed by different letter are different (P<0,05) by Newman-Keuls test.

1 Ca and P_a: normal = .93%Ca/.45%P_a and low = .80%Ca..33%P_a.

digestibilidade dos diferentes parâmetros avaliados diminuíram ($P < 0,05$) com a redução nos níveis de Ca e P_d da ração. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por SEBASTIAN et al. (1996) e QIAN et al. (1997). A relação Ca e P_d nas dietas com níveis normais de Ca e P_d foi de 2,07:1 (relação recomendada pelo NRC, 1994) e das dietas com níveis baixos de Ca e P_d foi de 2,4 : 1 (relação acima da recomendada).

Pode-se inferir, com base nestes resultados, que o alto nível de cálcio em relação ao fósforo (relação Ca : P - 2,4 : 1) nas dietas com níveis de Ca e P baixos prejudicou o efeito da fitase. Esperava-se que as dietas com níveis de Ca e P_d baixos apresentassem coeficientes de digestibilidade maiores, por haver menor teor de cálcio e fósforo no trato gastrointestinal. SEBASTIAN et al. (1996) e QIAN et al. (1997) observaram resultados semelhantes utilizando diferentes relações Ca e P_d em dietas para pintos de corte.

Portanto, a relação Ca: P_d é, provavelmente, fator limitante, na redução da atividade da fitase. De

acordo com MCCUAIG et al. (1972), níveis elevados de Ca, em relação ao fósforo total na dieta, competem pelo sítio de ligação da fitase, diminuindo o máximo da atividade da enzima. WISE (1983) relatou que o Ca pode se complexar ao fitato, formando complexos Ca-fitato, os quais precipitam, ficando indisponível para a atuação da enzima. Ambos os fatores prejudicam o máximo da atividade da fitase.

Alguns fatores são extremamente importantes para que sejam alcançados os máximos resultados da atividade da fitase, entre eles a relação Ca:Pt ideal, não-definida na literatura até o presente, e a definição do ponto máximo em que a porcentagem de P_d pode ser reduzida (QIAN et al., 1996; YI et al., 1996; e SEBASTIAN et al., 1996).

A adição das fitases melhorou significativamente ($P < 0,05$) a energia digestível ileal aparente (EDI_{ap}), não havendo diferença entre as fontes de fitase. Não se observou efeito da adição de fitase sobre EMA_n (Tabela 4).

Os resultados para a EMAn diferem daqueles

Tabela 4 - Efeito da adição da fitase sobre os valores de energia digestível ileal aparente (EDI_{ap}) e de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMA_n), expressos em kcal/kg de matéria seca

Table 4 - Effect of enzyme supplementation on the value of apparent ileal digestible energy ($apIDE$) and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen (AME_n), express in kcal/kg dry matter

Fitase ¹ (F)	EDI_{ap} ($apIDE$)			EMA_n (AME_n)		
	Normal <i>Normal</i>	Baixo <i>Low</i>	Média <i>Mean</i>	Normal <i>Normal</i>	Baixo <i>Low</i>	Média <i>Mean</i>
<i>Phytase</i>	Nível Ca e P_d ¹ <i>Ca and P_a level</i>					
Controle <i>Control</i>	3478	3398	3438 ^B	3403	3349	3376 ^A
Fitase 1 <i>Phytase 1</i>	3526	3412	3469 ^A	3394	3354	3374 ^A
Fitase 2 <i>Phytase 2</i>	3543	3413	3478 ^A	3398	3335	3367 ^A
Média <i>Mean</i>	3516 ^a	3408 ^b		3398 ^a	3346 ^b	
Anova	Probabilidade do teste de F <i>Probability F test</i>					
Ca e P_d <i>Ca and P_a</i>	<0,01			<0,01		
Fitase <i>Phytase</i>	0,05			0,86		
Ca e P_d *Fit <i>Ca and P_a * Phytase</i>	0,32			0,83		
CV (%)	1,34			1,65		

^{a, b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste F ($P < 0,05$).

^{A, B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,01$).

¹ Ca e P_d : normal = 0,93%Ca/0,45% P_d e baixo = 0,80%Ca/0,33% P_d .

Fitase 1 = 500 FTU/kg e Fitase 2 = 750 FTU/kg.

^{a, b} Means in the same line followed by different letter are different ($P < 0,05$) by Newman-Keuls test.

^{A, B} Means in the same column followed by different letter are different ($P < 0,05$) by Newman-Keuls test.

¹ Ca and P_a : normal = .93%Ca/.45% P_a and low = .80%Ca:.33% P_a .

obtidos por NAMKUNG e LEESON (1999), que encontraram melhora ($P < 0,01$) de 1% nos valores de EMA_n . RAVINDRAN et al. (1999) encontraram aumento de 3,5% nos valores de EMA .

Os níveis de Ca e P_d influenciaram as EDI_{ap} e $EMAn$, que apresentaram menores ($P < 0,05$) valores nas rações com menores concentrações de Ca e P_d .

A melhora observada no desempenho das aves e nos valores de digestibilidade ileal de nutrientes nas dietas é indicativo da efetividade da fitase como aditivo nas rações de aves. A inclusão de fitase em dietas práticas das aves pode levar os nutricionistas a utilizar menores níveis de cálcio e fósforo inorgânico nas rações iniciais de frango. Entretanto, trabalhos devem ser realizados para determinar, com precisão, o nível de fitase exógena e ácido fítico e o nível e a relação Ca:Pt que permitem o máximo desempenho das aves.

Conclusões

A adição de fitase em dieta inicial à base de milho e farelo de soja, para pintos de corte, melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar. A melhora ($P < 0,05$) da fitase 1 (500 FTU) foi de 3,4% e da fitase 2 (750 FTU), de 2,8% para o ganho de peso. Ambas melhoraram a conversão alimentar em 3%.

A adição da fitase melhorou a digestibilidade do cálcio e fósforo, bem como a digestibilidade da energia bruta e proteína bruta e os valores de energia digestível ileal aparente.

Referências Bibliográficas

BIEHL, R.R., BAKER, D.H. 1997. Microbial phytase improves amino acid utilization in young chicks fed diets based on soybean meal, but not in diets based on peanut meal. *Poult. Sci.*, 76:355-360.

BROZ, J., OLDALE, P., PERRIN-VOLTZ, A.H. 1994. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. *Br. Poult. Sci.*, 35(2):273-280.

KERSEY, J.H., SALEH, E.A., STILBORN, H.L. et al. 1998. Effect of dietary phosphorous level, high available phosphorus corn, and microbial phytase on performance and fecal phosphorus content. 1. Broiler grown 1 to 21 d in battery pens. *Poult. Sci.*, 77:71 (suppl.1) (abstract.).

MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTZ, N.W. 1965. *The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens*. Storrs. University of Connecticut - Agricultural Experiment Station. 11p. (Research Report, 7).

MCCUAIG, L.W., DAVIS, M.I., MOTZOK, I. 1972. Intestinal alkaline phosphatase and phytase o chicks: effect of dietary magnesium, calcium, phosphorus and thyroactive casein. *Poult. Sci.*, 51:526-530.

NAMKUNG, H., LEESON, S. 1999. Effect of phytase Enzyme on dietary Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chcks. *Poult. Sci.*, 78:1317-1319.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington: National Academy of Sciences. 155p.

NELSON, T.S., SHIEH, T.R., WODZINSKI, R.J. 1971. Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chicks. *J. Nut.*, 101:1289-1292.

PERNEY, K.M., CANTOR, A.H., STRAW, M.L. et al. 1993. The effect of dietary on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 72:2106-2114.

QIAN, H., KORNEGAY, E.T., DENBOW, D.M. 1996. Phosphorous equivalence of microbial phytase in turkey diets as influenced by calcium to phosphorous ratios and phosphorous levels. *Pout. Sci.*, 75:68-81.

QIAN, H., KORNEGAY, T., DENBOW, D.M. 1997. Utilization of phytase phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium:total phosphorus ratio in broiler diets. *Poult. Sci.*, 78:37-46.

RAVINDRAN, V., CABAUG, S., RAVINDRAN, G., BRYDEN, L. 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. *Poult. Sci.*, 78:699-706.

ROSTAGNO, H.S., BARBARINO JR., P. BARBOZA, W. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. in: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, 1996. p.361-388.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. 1996. North Caroline State University, Cary, NC, USA Institute Inc.

SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R. et al. 1996. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *Poult. Sci.*, 75:1516-1523.

SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R. et al. 1997. Aparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poult. Sci.*, 78:1760-1769.

SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R. 1998. Implications of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry nutrition: a review. *World's Poult. Sci. J.*, 54:27-47.

SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV. 166p.

SOHAIL, S.S., ROLAND, D.A. 1999. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. *Poult. Sci.*, 78:550-555.

WISE, A. 1983. Dietary factors determining the biological activities of phytase. *Nut. Abst. Review*, 53:791-806.

YI, Z., KORNEGAY, E.T., RAVINDRAN, J. et al. 1996. Improving phytase phosphorus availability in corn and soybean meal for broiler using microbial phytase and calculation of phosphorus equivalency values for phytase. *Poult. Sci.*, 75:240-249.

Recebido em: 14/07/00

Aceito em: 13/12/00