



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 cama¹

Yolanda Lopes da Silva², Paulo Borges Rodrigues³, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas³, Antônio Gilberto Bertechini³, Elias Tadeu Fialho³, Édison José Fassani⁴, Carlos Ribeiro Pereira⁵

¹ Parte da tese de Doutorado da primeira autora - Projeto financiado pelo CNPq.

² Curso de Zootecnia do Departamento de Ciências Biológicas/ICEN/CUR/UFMT.

³ Departamento de Zootecnia da UFLA.

⁴ Instituto de Ciências Agrárias/Curso de Zootecnia da UNIFENAS.

⁵ Graduação em Agronomia/UFLA, Bolsista do PIBIC/CNPq/UFLA.

RESUMO - O experimento foi realizado para avaliar o desempenho e o teor de minerais na cama de frangos no período de 1 a 21 dias de idade, alimentados com rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta (PB) e fósforo disponível (Pd) suplementadas com aminoácidos e fitase. Foram utilizados 1.500 pintos de corte machos de um dia de idade, da marca comercial Cobb, distribuídos em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 + 1, com três níveis de PB (15, 17 e 19%), três de Pd (0,25; 0,34 e 0,45%) e uma ração controle formulada de acordo com os níveis nutricionais recomendados por pesquisadores brasileiros, totalizando dez tratamentos e seis repetições de 25 aves. Nas rações com 0,25 e 0,34% de Pd, adicionaram-se 500 FTU de fitase, reduzindo em 17% o teor de cálcio. O ganho de peso das aves que consumiram as rações com 17% de PB, 0,34 e 0,45 de Pd ou com 19% de PB e diferentes de níveis de Pd foi similar ao daquelas alimentadas com a ração controle. O consumo das aves que receberam as rações com 15 e 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase foi menor que o daquelas que consumiram a ração controle. Não houve diferenças entre as rações para a conversão alimentar. Com exceção do nitrogênio, houve redução nos teores de minerais na cama quando as aves foram alimentadas com a ração contendo 17% de PB e 0,34% de Pd. Reduções para 17% nos teores de PB e para 0,34% nos teores de Pd das rações para frangos na fase inicial não prejudicam o desempenho das aves, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase. Nesses níveis de PB e Pd, observou-se redução no impacto ambiental, como consequência da redução nos teores de P, Ca, Cu e Zn na cama.

Palavras-chave: aminoácidos, enzima, impacto ambiental, proteína ideal

Decreasing dietary levels of protein and phosphorus supplemented with phytase for broilers from 1 to 21 old. Performance and mineral levels in the litter

ABSTRACT - The trial was carried out to evaluate the performance and mineral levels in the litter of broilers from 1 to 21 days old, fed diets with low-crude protein (CP) and low available phosphorus (AP) supplemented with synthetic amino acids and phytase. A total of 1-d 1.500 male Cobb broiler chickens averaging initial weight of 42.5 g was allotted to floor pens as a complete randomized blocks design, with 3 x 3 + 1 factorial arrangement, being three levels of CP (15, 17 and 19%) and three levels of AP (0.25, 0.34, and 0.45%) and a control with expected nutritional requirements, according to Brazilian researchers recommendations, with six replicates of 25 broilers. In the diets with 0.25 and 0.34% of AP 500 FTU of phytase were added and the Ca levels decreased by 17%. Weight gain of the broilers fed diets with 15% of CP supplemented with synthetic amino acids in the three levels of AP + phytase and in the diet with 17% CP and 0,25% AP + phytase was lower than those fed the control diet. The feed intake of the broilers feeding low CP (15% ad 17%) and low AP (0,25%) + phytase was lower than those fed the control diet. However, it was not observed any significant differences for feed conversion. The broilers fed diets with 17% and 19% of CP, with low AP (0.34%), supplemented with synthetic amino acids and phytase showed performance similar to those obtained with control diet. The CP and AP levels affected P, Ca, Zn, Cu and K contents in litter, but did not affect N content. The mineral levels in the litter decreased when broilers were fed diet containing 17% CP and 0.34% of AP, supplemented with synthetic amino acids and phytase, except for the N content. The CP and AP levels may be reduced by 17 and 0,34% respectively, in the broilers diets in the initial phase (1 to 21 days old), with no effect on performance, since the diets are supplemented with synthetic amino acids and phytase. These levels of CP and AP resulted in decreasing environmental impact, due to the decreasing P, Ca, Cu, and Zn contents in the litter.

Key Words: amino acids, environmental impact, enzyme, ideal protein

Introdução

Atualmente, o sistema de exploração avícola predominante é o de confinamento total, com altas densidades, gerando um volume considerável de dejetos que contaminam o ambiente pela excreção excessiva de nitrogênio, fósforo e microminerais, como zinco e cobre. O tratamento e o destino adequado desses dejetos têm sido preocupação para técnicos, produtores e pesquisadores que buscam soluções para reduzir o impacto ambiental desses resíduos.

Normalmente, as iniciativas para minimizar o problema de poluição por dejetos de aves estão relacionadas à sua utilização como fertilizante e para produção e uso na alimentação animal. Além disso, outro aspecto que tem sido considerado é a modificação da dieta visando reduzir a excreção de elementos poluentes, por meio do fornecimento de dietas mais balanceadas e do uso de aditivos em rações (enzimas, por exemplo) para melhorar a eficiência de utilização pelos animais dos nutrientes contidos nos alimentos, evitando o impacto ambiental da excreção excessiva, sobretudo de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, entre outros.

Sabe-se que apenas 45% do nitrogênio consumido pelas aves é retido como proteína animal. Portanto, 55% do nitrogênio ingerido é excretado, contribuindo para aumentar a poluição ambiental (Cauwenberghe & Burnham, 2001). Além disso, a formulação de rações para aves, durante muitos anos, foi baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25), resultando em dietas com níveis de aminoácidos acima das exigências dos animais, ocasionando aumento na excreção de nitrogênio. Atualmente, com a produção industrial de aminoácidos, é possível diminuir o teor de proteína das rações para frangos de corte, mantendo-se o mesmo desempenho das aves, por meio da formulação de rações com base no conceito de proteína ideal.

No entanto, pesquisas sobre a redução do teor de PB e a suplementação de aminoácidos essenciais em rações para frangos de corte têm indicado diminuição no ganho de peso, piora na conversão alimentar e aumento na quantidade de gordura abdominal (Waldroup, 2000; Sabino et al., 2004; Costa et al., 2001). Porém, Rostagno et al. (2002) concluíram que é possível reduzir para 19% o nível de PB das rações para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, desde que haja suplementação de aminoácidos e que o balanço eletrolítico se encontre entre 173 e 223 meq/kg. Esses autores avaliaram o efeito do nível de PB e da retirada individual dos aminoácidos (arginina, glicina, ácido glutâmico, valina e isoleucina) sobre o desempenho produtivo de pintos de corte de 8 a 21 dias de idade e constataram que a redução

da PB para 18% piorou o desempenho e que as rações contendo 19% de PB necessitam ser suplementadas com glicina para proporcionar desempenho semelhante ao obtido com a ração controle (22% de PB).

Por outro lado, as rações para aves são constituídas basicamente de alimentos de origem vegetal, que apresentam a maior parte do fósforo na forma de ácido fítico. Esse fósforo não é aproveitado pelas aves, as quais não sintetizam a enzima fitase em seu aparelho digestivo, tornando-se necessária a adição de quantidade elevada de fonte de fósforo inorgânico para suprir as exigências dos animais e, conseqüentemente, aumentar o teor de fósforo nas excretas das aves. Para evitar esse efeito, pesquisas têm sido realizadas com a adição de fitase (Tejedor et al., 2001; Conte et al., 1999) em rações para frangos de corte e tem demonstrado resultados favoráveis sobre o aproveitamento do fósforo e a digestibilidade de nutrientes como aminoácidos e proteína.

Jacobb et al. (2000) verificaram que a adição de apenas fitase ou da combinação de fitase + pentosanase em dietas para frangos de corte contendo basicamente trigo e farelo de soja, com nível reduzido de PB diminuiu a excreção de nitrogênio e fósforo, mas não melhorou o desempenho das aves.

O objetivo nesta pesquisa foi avaliar os efeitos do fornecimento de rações contendo níveis reduzidos de PB e fósforo disponível (Pd) suplementadas com aminoácidos sintéticos e enzima fitase sobre o desempenho e os teores de minerais na cama de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. Foram utilizados 1.500 pintos de corte machos da marca comercial Cobb, com um dia de idade e peso médio inicial de 42,5 g. As aves foram alojadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria com piso coberto com cama de maravalha, dividido em boxes contendo, cada um, um comedouros tubular e um bebedouro pendular.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, composto de três níveis de Pd (0,25; 0,34 e 0,45%) e três de PB (15, 17 e 19%) e uma ração controle, formulada conforme recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2000), totalizando dez tratamentos e seis repetições de 25 aves. Os níveis de 0,25 e 0,34% representaram reduções de 44,4 e 24,4% nos níveis de Pd, enquanto os níveis de 15, 17 e 19% corresponderam a reduções de 30, 20 e 11% nos teores de PB.

As rações foram compostas à base de milho e farelo de soja e, à exceção do tratamento controle, foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, mantendo-se a relação ideal dos aminoácidos com a lisina. Nas rações com 0,25 e 0,34% de Pd, foram adicionados 500 FTU de fitase/kg (Ronozyme – 2.500 FTU/g), reduzindo o teor de cálcio para 0,80% (Schoultzen et al., 2003). Para cálculo dos teores de PB e EM das rações, não foram considerados os valores protéico e energético dos aminoácidos. As aves foram mantidas sob programa de luz de 24 horas diárias (luz natural e artificial), com água e ração à vontade. Os teores de energia metabolizável calculados foram de 3.000 kcal/kg.

As composições dos ingredientes, das rações experimentais e dos suplementos minerais e vitamínicos são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Os teores de aminoácidos essenciais digestíveis verdadeiros dos ingredientes utilizados nas rações (milho e farelo de soja) foram determinados conforme descrito por Rostagno et al. (2000), utilizando-se o método de alimentação precisa de Sibbald, com galos cecectomizados.

Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar durante o período experimental.

Para as análises dos teores de nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, zinco e cobre na cama, ao final do período expe-

rimental, revirou-se a cama com um garfo e, em seguida, coletaram-se amostras em vários pontos do boxe. As amostras de cama foram secas em estufas de circulação forçada (55°C) até peso constante e, em seguida, foram moídas para as análises laboratoriais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldhal. Os teores de fósforo, cálcio, potássio, zinco e cobre foram calculados depois que as amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica, obtendo-se substratos para determinação dos minerais. Os teores de cálcio, zinco e cobre foram estimados por absorção atômica, o de K, por fotômetro de chama e o de fósforo, pela técnica colorimétrica, segundo metodologia descrita por Massahud (1997).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional Sistema para Análises Estatísticas, SAEG (UFV, 1993). Efetuou-se análise de variância global, com todos os tratamentos, a fim de se obter o quadrado médio do resíduo para testar o fatorial e realizar o teste Dunnett a 5%, comparando-se o tratamento controle a cada um dos tratamentos. Utilizou-se o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade para testar os tratamentos no esquema fatorial. Como algumas rações foram

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das rações experimentais

Table 1 - Ingredient chemical composition of the experimental diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Matéria seca <i>Dry matter</i>	Proteína bruta <i>Crude Protein</i>	Cálcio <i>Calcium</i>	Fósforo <i>Phosphorus</i>	Potássio <i>Potassium</i>
Milho ¹ (<i>Corn</i>)	88,93	8,54	0,02	0,21	0,30 ³
Farelo de soja ¹ (<i>Soybean meal</i>)	89,81	46,02	0,30	0,63	1,84 ³
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)			22,04 ¹	18,87 ²	
Calcário (<i>Limestone</i>)			38,86 ²		

¹ Laboratório de Pesquisa Animal- DZO/UFLA (*Animal Research Lab-DZO/UFLA*).

² Laboratório de Fertilizantes e Corretivos/DQI /UFLA.

³ Segundo Rostagno et al. (2000) (*According to Rostagno et al., 2000 tables*).

suplementadas com a fitase e outras não, considerou-se que os tratamentos foram constituídos de combinação nutricional, tornando-se qualitativos, não sendo, portanto, de interesse a aplicação da regressão polinomial.

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho das aves no período de 1 a 21 dias de idade encontram-se na Tabelas 3 e 4.

Pela comparação das médias de cada combinação de nível de PB e Pd com o tratamento controle, verificou-se que o consumo de ração e o ganho de peso foram significativamente ($P < 0,05$) influenciados pelos diferentes teores de PB e Pd da ração.

O consumo das aves que receberam rações com 15 e 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase foi menor que o do tratamento controle.

As aves que consumiram as rações com 15% de PB suplementadas com aminoácidos, independentemente do nível de Pd e da suplementação de fitase, e aquelas alimentadas com a ração com 17% de PB e 0,25% de Pd + fitase apresentaram ganho de peso inferior ao daquelas do tratamento controle. Frangos de corte que consumiram rações com 17 e 19% de PB, com 0,34% de Pd suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase apresentaram ganho de peso semelhante ao daquelas que consumiram a ração controle. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) na conversão alimentar entre os tratamentos.

Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais

Table 2 - Ingredient composition of the experimental diets

Ingrediente (kg) Ingredient	Ração experimental Experimental diet			
	Nível de PB (%) CP level (%)			
	21,4	15	17	19
	Nível de Pd (%) AP level (%)			
	0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45
Milho (Corn)	56,60	72,76	67,20	61,70
Farelo de soja (Soybean meal)	35,70	19,10	24,50	29,20
Óleo de soja (Soybean oil)	3,23	1,31	2,05	2,76
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	1,90	0,83/1,39/2,00	0,83/1,33/1,94	0,83/1,33/1,94
Calcário calcítico (Limestone)	1,04	1,38/1,07/1,12	1,38/1,07/1,12	1,33/1,04/1,09
L-lisina HCl (L-Lysine HCl)	0,17	0,65	0,50	0,35
DL-metionina (DL-methionine)	0,23	0,37	0,33	0,28
L-valina (L-valine)	-	0,28	0,20	0,10
L-arginina (L-arginine)	-	0,30	0,16	-
L-treonina (L-threonine)	-	0,14	0,08	-
L-isoleucina (L-isoleucine)	-	0,18	0,08	-
L- triptofano (L-tryptophan)	-	0,02	-	-
L-fenilalanina (L-phenylalanine)	-	0,07	-	-
Sal (Salt)	0,4	0,4	0,4	0,4
Premix mineral ² (Mineral premix)	0,1	0,1	0,1	0,1
Premix vitamínico ³ (Vitamin premix)	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloreto de colina (Chloride chloride)	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano ¹ (Coccidiostat)	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase (Phytase)	-	0,02/ 0,02/ -	0,02/ 0,02/ -	0,02/ 0,02/ -
Caulim (Clay)	0,42	1,88/1,63/0,99	1,96/1,77/1,13	2,02/1,81/1,17
Total	100	100	100	100
Composição calculada Calculated composition				
Fósforo disponível (%) (Available phosphorus)	0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45	0,25/0,34/0,45
Fósforo total (%) (Total phosphorus)	0,70	0,43/0,53/0,65	0,45/0,59/0,66	0,47/0,56/0,68
Cálcio (%) (Calcium)	0,96	0,80/0,80/0,96	0,80/0,80/0,96	0,80/0,80/0,96
Potássio (%) (Potassium)	0,83	0,57	0,65	0,73
Lisina disponível (Available lysine)	1,15	1,14	1,15	1,15
Met+cis disponível (Available meth + cys)	0,81	0,82	0,83	0,81
Valina disponível (Available valine)	0,87	0,89	0,89	0,88
Arginina disponível (Available arginine)	1,33	1,16	1,17	1,17
Treonina disponível (Available threonine)	0,72	0,64	0,65	0,64
Isoleucina disponível (Available isoleucine)	0,83	0,73	0,72	0,73
Triptofano disponível (Available tryptophan)	0,24	0,17	0,18	0,21
Fenilalanina disponível (Available phenylalanine)	0,95	0,74	0,76	0,85

¹ Princípio ativo maduramicina.

² Fornecimento por kg de ração (supplied per kg of diet): 50 mg Zn; 20 mg Fe; 4 mg Cu; 0,2 mg Co; 75 mg Mn; 1,5 mg I; veículo q.s.p (g) 1.000.

³ Fornecimento por kg de ração (supplied per kg of diet): 6 mg vit. B2; 12.000 UI vit. A; 2.200 UI vit. D3; 53 mg niacina (niacin); 2,2 mg vit. B1; 3,3 mg vit. B6; 16 mcg vit. B12; 0,11 mg biotina (biotin); 1,0 mg ácido fólico (folic acid); 130 mg ácido pantotênico (pantothenic acid) 2,5 mg vit. K3; 30 mg vit. E; 120 mg antioxidante (antioxidant).

Os resultados deste trabalho diferiram dos obtidos por Yi et al. (1996), que investigaram o efeito da adição de fitase em dietas à base de milho e farelo de soja com níveis de PB e Pd reduzidos sobre o desempenho de perus. Esses autores constataram que a fitase foi eficiente em melhorar o desempenho das aves que consumiram as rações com 0,45% de Pd, independentemente do nível de proteína. Entretanto, são semelhantes aos encontrados por Fergusson et al. (1998), que verificaram que a redução da PB de 22 para 20% diminuiu

o ganho de peso na fase inicial, mas não influenciou o consumo de ração e a eficiência alimentar. No trabalho de Yi et al. (1996), no entanto, a redução do teor de fósforo total de 6,8 g/kg para 5,7 g/kg, com adição de fitase, não afetou o ganho de peso e o consumo de alimento, mas melhorou a conversão alimentar. Jacobb et al. (2000) notaram que a adição de fitase ou sua combinação com pentosanase em dietas à base de trigo e farelo de soja com nível reduzido de PB não melhorou o desempenho de frangos de corte.

Tabela 3 - Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB e Pd suplementadas com fitase e aminoácidos

Table 3 - Performance of broilers from 1 to 21 days of age fed diets with decreasing crude protein and available phosphorus levels, supplemented with phytase and amino acids

Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>	Ganho de peso (g) <i>Weight gain</i>	Conversão alimentar (kg/kg) <i>Feed conversion</i>
15	0,25 + fitase (<i>phytase</i>)	945*	594*	1,59
	0,34 + fitase (<i>phytase</i>)	1013	648*	1,56
	0,45	1028	649*	1,58
17	0,25 + fitase (<i>phytase</i>)	1000*	638*	1,57
	0,34 + fitase (<i>phytase</i>)	1105	724	1,53
	0,45	1147	720	1,59
19	0,25 + fitase (<i>phytase</i>)	1070	702	1,52
	0,34 + fitase (<i>phytase</i>)	1163	764	1,52
	0,45	1092	736	1,48
Controle (<i>Control</i>) 21,25	0,45	1110	741	1,53
CV (%)		5,25	5,06	4,26

* Médias diferem (P<0,05) do tratamento controle pelo teste Dunnet.

* Means differ (P<0.05) from control by Dunnet test.

Tabela 4 - Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB e Pd suplementadas com fitase e aminoácidos

Table 4 - Performance of broilers from 1 to 21 days old fed diets with decreasing crude protein and available phosphorus levels, supplemented with phytase and amino acids

	Nível de Pd (%) <i>AP level</i>				Média <i>Mean</i>
	Nível PB (%) <i>CP level</i>	0,25+fitase (<i>phytase</i>)	0,34+fitase (<i>phytase</i>)	0,45	
Consumo de ração (g) <i>Feed intake</i>	15	945	1013	1028	996b
	17	1000	1105	1147	1084a
	19	1070	1163	1092	1108a
	Média (<i>Mean</i>)	1005B	1094A	1089A	
Ganho de peso (g) <i>Weight gain</i>	15	594	648	649	630c
	17	638	724	720	694b
	19	702	764	736	734a
	Média (<i>Mean</i>)	644B	712A	702A	
Conversão alimentar (kg/kg) <i>Feed conversion</i>	15	1,59	1,56	1,58	1,58b
	17	1,57	1,53	1,59	1,56b
	19	1,52	1,52	1,48	1,51a
	Média (<i>Mean</i>)	1,56	1,54	1,55	

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha) diferem (P<0,05) pelo teste SNK.

Means followed by letters different (small in the same column and capital in the same row) differ (P<0.05) by SNK test.

Ressalta-se que, neste trabalho, as combinações do nível de 15% de PB com diferentes níveis de Pd e de 17% de PB + 0,25% de Pd, associadas à suplementação com aminoácidos sintéticos e fitase, influenciaram negativamente os resultados, pois, nestas combinações nutritivas, ocorreram os piores resultados de desempenho, provavelmente porque nesses níveis de PB e Pd, a suplementação de aminoácidos e fitase não foi suficiente para atender às exigências para máximo desempenho.

Na comparação das médias dos tratamentos no esquema fatorial, os resultados indicaram ausência de efeito da interação (P>0,05) dos níveis de Pd e PB sobre as características de desempenho (Tabela 4). Entretanto, houve

efeito significativo (P<0,05) do nível de PB das rações sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar, observando-se que os níveis de Pd influenciaram significativamente (P<0,05) o consumo de ração e o ganho de peso.

A redução do teor de PB da ração para 15% afetou negativamente todas as características de desempenho, ao passo que a redução para 17% de PB influenciou negativamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Esses resultados são similares aos obtidos por Pinchasov et al. (1990), Silva et al. (1997a) e Blair et al. (1999), que constataram pior desempenho em aves que consumiram rações com nível reduzido de PB e adequadamente suplementadas com aminoácidos essenciais.

O menor ganho de peso das aves que consumiram a ração com 15% de PB pode ser atribuído ao menor consumo de ração, sugerindo a ocorrência de uma deficiência efetiva de proteína. Este resultado pode ser atribuído à necessidade de se adicionar maior quantidade de aminoácidos sintéticos nessas rações para atender às exigências em aminoácidos essenciais, resultando em diferenças nas taxas de absorção intestinal, em decorrência do antagonismo entre os aminoácidos em relação à absorção, uma vez que excesso de determinado aminoácido pode inibir a absorção de outro. Segundo Pinchasov et al. (1990), é possível que diferentes taxas de absorção de aminoácidos e peptídeos resultem em um *pool* subótimo de aminoácidos nos sítios específicos de síntese proteica insuficiente para sustentar alta taxa de crescimento.

A redução no consumo verificada nas aves alimentadas com a ração contendo 15% de PB não está de acordo com os resultados de Baker (1993), citado por Silva et al. (1997b), que afirma ocorrer, geralmente, aumento no consumo quando há diminuição no teor de PB da ração como forma de o animal atender suas necessidades em proteína e/ou aminoácidos.

Edmonds et al. (1985) e Pinchasov et al. (1990) relataram não ser totalmente esclarecida a causa de as aves não apresentarem desempenho satisfatório quando recebem rações contendo baixo nível de PB formuladas para atender às exigências nutricionais mínimas em aminoácidos essenciais. Entretanto, parece evidente a necessidade de se fornecerem aminoácidos essenciais suficientes na forma de proteína intacta em vez de quantidades razoáveis de aminoácidos sintéticos. Segundo Waldroup (2000), a não-obtenção de um ótimo desempenho pelas aves que consomem dietas com níveis de PB reduzidos tem sido atribuída a fatores como: níveis reduzidos de potássio e/ou balanço iônico alterado, em decorrência da redução na quantidade de farelo de soja nessas dietas, visto que esse alimento constitui a principal fonte de potássio nas rações; falta de *pool* suficiente de nitrogênio para realizar a síntese de aminoácidos não-essenciais; desbalanço entre determinados aminoácidos como arginina:lisina ou aminoácidos de cadeia ramificada; possíveis níveis tóxicos de certos aminoácidos; e relação inadequada de triptofano e outros aminoácidos neutros (isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina), que podem inibir a ingestão de alimentos pelos animais alimentados com dietas com nível reduzido de PB, pois o triptofano é precursor de serotonina, um neurotransmissor envolvido na regulação do consumo de alimentos, o que não foi o caso deste experimento.

A relação EM/PB pode ter determinado o menor consumo de ração e, conseqüentemente, o menor ganho de peso das

aves alimentadas com a ração com 15% de PB, uma vez que o conteúdo energético das rações é um dos principais fatores que controlam o consumo voluntário de alimentos. Segundo Hegedüs (1996), o balanço entre proteína e energia é essencial para minimizar o uso de proteína para o catabolismo de energia do corpo.

Rostagno et al. (2002b) observaram que a redução da PB da ração para 18% piorou o desempenho das aves e que, em rações com 19% de PB, é necessária a suplementação com glicina para conferir desempenho semelhante ao obtido com ração controle.

No entanto, neste experimento, os melhores resultados de desempenho foram obtidos com a ração com 19% de PB, que apresentou balanço eletrolítico de 188,26 meq/kg, calculado pela diferença entre cátions e ânions. Esse resultado foi similar ao obtido por Rostagno et al. (2002a), que concluíram que é possível reduzir o teor de PB das rações para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade para 19%, desde que haja suplementação de aminoácidos e que o balanço eletrolítico esteja entre 173 e 223 meq/kg.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos teores de Pd na ração sobre o consumo e ganho de peso das aves, mas não houve efeito ($P > 0,05$) sobre a conversão alimentar.

As aves alimentadas com a ração com 0,25% de Pd + fitase apresentaram menor consumo e, conseqüentemente, menor ganho de peso que aquelas que consumiram a ração com 0,34% de Pd + fitase e 0,45% de Pd sem fitase, o que pode ser atribuído ao fato de que, possivelmente, a liberação de fósforo pela fitase nas rações com 0,25% de Pd não foi suficiente para atender às exigências de fósforo para esta fase, pois essas rações apresentaram menores teores de fósforo total (0,43%).

Os resultados sugerem que, com a suplementação das rações com fitase, é possível reduzir o teor de Pd da ração para 0,34%. Resultados similares foram obtidos por Munaro et al. (1996a) e Sebastian et al. (1996), que constataram que aves alimentadas com rações contendo níveis reduzidos de Pd (0,33%) + fitase apresentaram peso corporal comparável ao daquelas que consumiram a dieta controle, mas a redução do nível de Pd da ração e a suplementação de fitase não afetaram a conversão alimentar. Os resultados obtidos por Viveros et al. (2002) também comprovaram que o desempenho das aves que consumiram ração com Pd reduzido (0,35%), suplementada com fitase, foi semelhante ao daquelas alimentadas com a dieta controle, contendo níveis normais de Pd (0,45%).

Os resultados obtidos para os teores de minerais na cama são apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Comparando-se as médias de cada combinação de níveis de PB e Pd da ração controle, verificaram-se efeitos significa-

tivos ($P < 0,05$) dos níveis de PB e Pd sobre os teores de Zn, Cu, P, K e Ca na cama, não se observando, entretanto, diferenças significativas ($P > 0,05$) para o teor de nitrogênio (Tabela 5).

Com exceção do nitrogênio, houve redução nos teores de Zn, Cu, P, K e Ca na cama quando as aves foram alimentadas com a ração contendo 17% de PB e 0,34% de Pd suplementada com fitase e aminoácidos sintéticos, em comparação à ração controle. Resultados semelhantes foram encontrados quando as aves receberam a ração com 15% de PB e 0,34% de Pd suplementada com fitase e aminoácidos sintéticos.

Uma possível explicação para a ausência de diferenças significativas no teor de N seria a transformação do N excretado na forma de ácido úrico em NH_3 e, conseqüentemente, a volatilização para o ambiente.

Para Zn, os menores teores na cama foram obtidos para as aves que consumiram as rações com 15% de PB nos três níveis de Pd e com 17% de PB nos níveis de Pd reduzidos (0,25 e 0,34% + fitase), sugerindo que, na ração com 17% de PB, a fitase foi eficiente em reduzir o teor de Zn na cama.

Os teores de Cu e P na cama foram menores ($P < 0,05$) para as rações com 15 e 17% de PB (independentemente dos níveis de Pd) e com 19% de PB e níveis de Pd reduzidos em relação à ração controle. Esses resultados comprovam que, no nível de 19% de PB, a redução do teor de Pd, associada à suplementação com fitase, permitiu melhorar o aproveitamento de Cu e P e diminuir os teores desses elementos na cama. Quanto à ração controle, a redução do teor de P na cama para as rações com níveis de PB e de Pd reduzidos suplementadas com fitase foi em torno de 60%, corroborando os resultados descritos por Ferguson et al. (1998), que verificaram redução de P na cama de aves alimentadas com rações com níveis reduzidos de PB e fósforo total.

Também Jacob et al. (2000) constataram que a suplementação de fitase ou a combinação fitase + pentosanase em dietas com PB reduzida diminuiu o teor de P na cama.

Os resultados determinados para o potássio demonstraram que os teores de K na cama foram menores para as aves que consumiram as rações com PB reduzida (15 e 17%) em comparação àquelas alimentadas com a ração controle, o que pode ser explicado pela menor quantidade de farelo de soja nessas rações, visto que esse alimento é a principal fonte de K das rações.

A fitase foi eficiente em reduzir os teores de Ca na cama das aves que consumiram as rações com 15 e 17% de PB e níveis reduzidos de Pd (0,25 e 0,34%), enquanto, para a ração com 19% de PB, o efeito da fitase foi apenas no nível inferior de Pd (0,25%).

Na avaliação dos tratamentos no esquema fatorial, observou-se ausência de interação significativa ($P > 0,05$) para os teores de N, Ca, Zn e K (Tabela 6).

Os teores de N e Ca na cama foram influenciados pelos níveis de PB e Pd das rações, enquanto, para os teores de Zn e K, houve efeito apenas do nível de PB.

A cama das aves que consumiram as rações com níveis reduzidos de PB (15 e 17%) apresentou menores teores de N, Ca, Zn e K. Os teores de N na cama estão de acordo com os registrados por Gates (2000), que observou que o uso de dietas com níveis reduzidos de PB, suplementadas com aminoácidos essenciais e formuladas com base em aminoácidos digestíveis, permitiu reduzir a concentração de amônia na cama.

A suplementação de fitase em rações com Pd reduzidos resultou em diminuição do teor de N apenas na cama das aves que consumiram a ração com 0,25% de Pd + fitase. Entretanto, houve redução nos teores de Ca na cama das aves alimenta-

Tabela 5 - Teores de zinco, cobre, fósforo, potássio, cálcio e nitrogênio na cama de frangos alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB e Pd suplementadas com aminoácidos e fitase (valores expressos na matéria seca)

Table 5 - Zinc, copper, phosphorus, potassium, calcium and nitrogen levels in the litter of broilers at 21 days of age fed diets with decreasing levels of CP and AP, supplemented with phytase and amino acids (values expressed in dry matter basis)

Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	Zinco (ppm) <i>Zinc</i>	Cobre (ppm) <i>Copper</i>	Fósforo (%) <i>Phosphorus</i>	Potássio (%) <i>Potassium</i>	Cálcio (%) <i>Calcium</i>	Nitrogênio (%) <i>Nitrogen</i>
15	0,25 + fitase (<i>phytase</i>)	97,34*	20,96*	0,64*	0,88*	0,88*	2,06
	0,34 + fitase (<i>phytase</i>)	92,95*	19,63*	0,78*	0,83*	0,79*	2,03
	0,45	95,28*	19,28*	1,36*	0,82*	1,03	2,15
17	0,25 + fitase (<i>phytase</i>)	94,71*	18,58*	0,48*	0,94*	0,90*	2,06
	0,34 + fitase (<i>phytase</i>)	92,04*	18,93*	0,67*	0,98*	0,89*	2,33
	0,45	106,33	16,98*	1,28*	0,95*	1,02	2,35
19	0,25 + fitase (<i>phytase</i>)	103,77	18,77*	0,54*	1,06	0,85*	2,15
	0,34 + fitase (<i>phytase</i>)	125,13	22,78*	1,02*	1,23	1,00	2,71
	0,45	111,18	26,09	1,80	1,24	1,19	2,65
21,25	Controle (<i>Control</i>)	125,92	28,50	1,76	1,23	1,22	2,33
CV (%)		15,92	13,77	16,49	12,40	0,61	15,92

* Médias diferem ($P < 0,05$) do tratamento controle pelo teste Dunnet.

* Means differ ($P < 0,05$) from control by Dunnet test.

das com rações contendo níveis reduzidos de Pd mais fitase. Não foi constatado efeito significativo dos níveis de Pd e fitase da ração sobre os teores de Zn e K na cama.

Observou-se interação significativa ($P < 0,05$) níveis de PB e Pd \times teores de Cu e P na cama (Tabela 7).

No desdobramento da interação níveis de PB e Pd \times teores de P, constatou-se que a suplementação de fitase em rações com níveis de PB e Pd reduzidos foi eficiente em

diminuir os teores de P na cama, que foram menores para as aves que consumiram as rações com Pd reduzido suplementadas com fitase nos três níveis de PB.

Para o teor de Cu na cama, no desdobramento da interação dos níveis de PB e Pd, verificou-se que a redução do Pd e a suplementação de fitase promoveram diminuição do teor de Cu na cama apenas para a ração com 19% de PB e 0,25% de Pd. Nos demais níveis de PB, não se observou

Tabela 6 - Teores de nitrogênio, cálcio, zinco e potássio na cama de frangos alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB e Pd suplementadas com fitase e aminoácidos (valores expressos na matéria seca)

Table 6 - Nitrogen, calcium, zinc and potassium levels in the litter of broilers at 21 days old fed decreasing dietary CP and AP levels, supplemented with phytase and amino acids (values express in dry matter basis)

	Nível de PB (%) <i>Level CP</i>	Nível de Pd (%) <i>Level AP</i>			Média <i>Mean</i>
		0,25 + fitase <i>0.25 + phytase</i>	0,34 + fitase <i>0.34 + phytase</i>	0,45 s/fitase <i>0.45 w/phytase</i>	
Nitrogênio (%) <i>Nitrogen</i>	15	2,06	2,03	2,15	2,08b
	17	2,06	2,33	2,35	2,25b
	19	2,15	2,71	2,65	2,50a
	Média (<i>Mean</i>)	2,09B	2,36A	2,38A	
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	15	0,88	0,79	1,03	0,90b
	17	0,90	0,89	1,02	0,94b
	19	0,85	1,00	1,19	1,01a
	Média (<i>Mean</i>)	0,87B	0,89B	1,08A	
Zinco (ppm) <i>Zinc</i>	15	97,34	92,95	95,28	95,19b
	17	94,71	92,04	106,33	97,69b
	19	103,77	125,13	111,18	113,36a
	Média (<i>Mean</i>)	98,60	103,37	104,26	
Potássio (%) <i>Potassium</i>	15	0,88	0,83	0,82	0,84c
	17	0,94	0,98	0,95	0,96b
	19	1,06	1,23	1,24	1,17a
	Média (<i>Mean</i>)	0,96	1,01	1,00	

Médias seguidas por diferentes letras (minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha) diferem ($P < 0,05$) pelo teste SNK.
Means followed by different letters (small in the same column and capital in the same row) differ ($P < 0,05$) by SNK test.

Tabela 7 - Teores de P e Cu na cama de frangos de corte alimentados com rações contendo níveis reduzidos de PB a e Pd suplementadas com aminoácidos sintéticos e fitase (valores expressos na MS)

Table 7 - Phosphorus and copper levels in the litter of broilers at 21 days of age fed diets with decreasing levels of CP and AP, supplemented with phytase and amino acids (values express in the dry matter)

	Nível de PB (%) <i>Level CP</i>	Nível de Pd (%) <i>Level AP</i>			Média <i>Mean</i>
		0,25 + fitase <i>0.25 + phytase</i>	0,34 + fitase <i>0.34 + phytase</i>	0,45 s/fitase <i>0.45 w/phytase</i>	
Fósforo(%) <i>Phosphorus</i>	15	0,64b	0,78b	1,36a	0,93
	17	0,48b	0,67b	1,28a	0,81
	19	0,54c	1,02b	1,80a	1,12
	Média (<i>Mean</i>)	0,55	0,82	1,48	
Cobre (ppm) <i>Copper</i>	15	20,96	19,63	19,28	19,95
	17	18,58	18,93	16,98	18,16
	19	18,77b	22,78a	26,09a	22,55
	Média (<i>Mean</i>)	19,44	20,45	20,78	

Médias seguidas por letras diferentes na linha em cada nível de PB diferem ($P < 0,05$) pelo teste SNK.
Means followed by different letters in the same row in the same level CP differ ($P < 0,05$) by SNK test.

efeito ($P>0,05$) da redução da PB e Pd, associada à suplementação de aminoácidos e fitase, em diminuir o teor de Cu na cama.

De modo geral, os teores de minerais na cama acompanharam os resultados de desempenho. A ração com 17% de PB e 0,34% de Pd + fitase propiciou resultados satisfatórios.

Conclusões

Os teores de PB das rações para frangos de corte na fase inicial podem ser reduzidos para 17% e o teor de fósforo disponível para 0,34%, desde que as rações sejam suplementadas com aminoácidos e fitase. Nesses níveis de proteína bruta e fósforo disponível, houve redução nos teores de P, Ca, Cu e Zn na cama.

Agradecimento

À Roche Vitaminas do Brasil, pela doação da enzima fitase para realização dos experimentos.

Literatura Citada

- BLAIR, R.; JACOB, J.P.; IBRAHIM, S. et al. A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.25-47, 1999.
- CAUWENBERGHE, S.V.; BURNHAM, D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge. **Anais...** Blankenberge: 2001. não-paginado.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; FIGUEIREDO, A.V. et al. Efeito da fitase na disponibilidade de fósforo e no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz integral. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1498-1505, 2001.
- EDMONDS, M.S.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, v.64, p.1519-1526, 1985.
- EUCLYDES, R.F. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – versão 5.0:** guia do usuário. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Central de Processamento de Dados. 1993.
- FERGUSON, N.S.; GATES, R.S.; TARABA, J.L. et al. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, v.77, p.1085-1093, 1998.
- GATES, R.S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. p.62-74.
- HEGEDÜS, M. The role of feed protein quality in reducing environmental pollution by lowering nitrogen excretion. III. Strategies of feeding: A review. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.44, n.2, p.153-163, 1996.
- JACOB, J.P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R. et al. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, n.11, p.1561-1567, 2000.
- MASSAHUD, N. **Métodos de análise foliar.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997 (notas de aulas).
- MUNARO, F.A.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. et al. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em rações com farelo de arroz desengordurado para frangos de corte. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.932-943, 1996a.
- PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C.X.; JENSEN, L.S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, n.69, p.1950-1955, 1990.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; VARGAS JR, J.G.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína, eletrólitos e aminoácidos em rações de frangos de corte na fase inicial. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte, 2002. p.59a.
- ROSTAGNO, H.S.; VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e aminoácidos em rações de pinto de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2002 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte, 2002b. p.49.
- SABINO, H.F.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.407-412, 2004.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. et al. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, n.75, p.729-736, 1996.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1190 -1197, 2003.
- SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais em metionina + cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.357-363, 1997a.
- SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis de metionina + cistina e de proteína bruta para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.350-356, 1997b.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I. et al. 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.
- WALDROUP, P.W. Nutritional approaches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p.95-108.
- YI, Z.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. Supplemental microbial phytase improves zinc utilization in broilers. **Poultry Science**, v.75, p.540-546, 1996.