

DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM FARINHA DE BATATA DOCE EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO MILHO, COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS FED DIETS WITH SWEET POTATO PARTIALLY REPLACING CORN, WITH OR WITHOUT ENZYMATIC SUPPLEMENTATION

J. K. NUNES, J. C. MAIER, F. M. GONÇALVES, F. P. GENTILINI,
M. A. ANCIUTI, F. RUTZ

RESUMO

Um estudo foi conduzido para avaliar a substituição parcial do milho por farinha de batata doce, com ou sem suplementação enzimática, em dietas para frangos de corte de um a 28 dias de idade. Cento e cinquenta pintos machos, com um dia de idade foram distribuídos em 30 boxes de duas baterias metálicas. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso em arranjo fatorial 3×2 (0, 20 e 40% de farinha de batata doce e 0 e 200 g/ton de complexo enzimático), com cinco repetições de cinco aves por unidade experimental. O complexo enzimático consistia de fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase. Semanalmente, foram avaliados consumo de ração, peso corporal, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva das aves. As variáveis foram submetidas à análise de variância para o teste de significância dos efeitos principais e da interação entre farinha de batata doce e complexo enzimático, seguido da decomposição dos níveis do fator farinha de batata doce em componentes polinomiais. Os resultados indicaram que a substituição parcial do milho pela farinha de batata doce, com ou sem suplementação enzimática, não foi efetiva para melhora no desempenho produtivo de frangos de corte.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação alternativa. Aves. *Ipomoea batatas*. Produção.

SUMMARY

A study was run to evaluate the partial replacement of corn by sweet potato meal, with or without the addition of enzyme, in diets for broilers from one to 28 days of age. 150 day-old male broiler chicks were distributed in 30 pens of metallic batteries. A complete experimental block design in 3×2 experimental factorial arrangement was used (0, 20 and 40% of sweet potato meal and 0 and 200 g/ton of enzyme complex) with 5 replicates of 5 birds per unit experimental. The enzyme complex consisted of phytase, protease, xylanase, β -glucanase, cellulase, amilase and pectinase. Feed intake, weight gain, feed conversion and factor of production index were evaluated at the end of each week. The variables were subjected to analyse of variance test for main effects (sweet potato meal and enzyme), followed by splitting into levels of the factor sweet potato meal into polynomial components. The results indicated that the partial replacement of corn by sweet potato meal, with or without enzyme, has no effective for improvement in the broiler performance.

KEY-WORDS: Alternative feeding. Birds. *Ipomoea batatas*. Production.

INTRODUÇÃO

O milho é utilizado na nutrição humana, em dietas de aves para atender suas necessidades de energia e na indústria de biocombustíveis para produzir etanol. Essa ampla utilização do milho tem demandado pesquisas de alimentos alternativos para que sejam supridas as exigências dos animais, principalmente, frangos de corte (SAGRILO et al., 2003).

A raspa de mandioca (NASCIMENTO et al., 2005), o trigo (BORGES et al., 2003), o sorgo (PIMENTEL et al., 2007), a quirera de arroz (BRUM JR. et al., 2007) e o milheto (GOMES et al., 2008) são alimentos ricos em amido que vêm sendo pesquisados e alguns já são utilizados na formulação de dietas para aves.

A batata doce (*Ipomoea batatas*) é a sexta hortaliça mais cultivada nas lavouras brasileiras (FAO, 2007) e sua farinha, em base seca, apresenta 4,36% de proteína bruta, 3,03% de fibra bruta, 1,03% de extrato etéreo, 3,38% de cinzas, 3.050 kcal/kg de energia metabolizável para aves e 70,90% de amido (ROSTAGNO et al., 2005), com conteúdo de amilose que varia de 19,19 a 22,20% (GONÇALVES et al., 2009). Logo é um alimento com potencial para ser empregado na nutrição de aves como substituto do milho, porém não há dados literários que possam auxiliar para sua adequada utilização.

O amido do milho como o da farinha de batata doce possui maior percentual de amilopectina o que poderia torná-lo mais digestível (GONÇALVES et al., 2009). Porém, na constituição da batata doce está presente um inibidor da digestão que reduz a ação de enzimas, como a tripsina e a quimi tripsina, o que prolonga a digestão e favorece a fermentação do alimento no trato intestinal (WYATT & BEDFORD, 1998).

Segundo CAMPESTRINI et al. (2005), enzimas exógenas aumentam a disponibilidade de polissacarídeos de reserva, gorduras e proteínas e minimizam os efeitos negativos dos fatores antinutricionais presentes em ingredientes de origem vegetal comumente utilizados em dietas para não ruminantes. Portanto, a suplementação de tais enzimas visa auxiliar o processo digestivo.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com farinha de batata doce em substituição parcial ao milho, com ou sem suplementação enzimática.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no aviário de frangos de corte do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Renato Rodrigues Peixoto, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL.

O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEAA) da UFPEL e está registrado sob número 85.

Cento e cinquenta frangos de corte machos, com um dia de idade, da linhagem Cobb foram mantidos durante 28 dias em baterias metálicas, divididas em 30 boxes. Cada box possuía 1,00 m x 0,70 m e cada ave dispôs de 20 cm de espaço de comedouro do tipo calha. O fornecimento de água, à vontade, foi feito por bebedouro tipo copo localizado na lateral de cada box.

Durante três dias consecutivos (22, 23 e 24 dias de idade), os frangos foram imunizados contra coccidiose, com hidrócloro de amprolium, via água.

Para formar as unidades experimentais, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas em delineamento em blocos ao acaso em arranjo fatorial 3x2 (três níveis de inclusão de farinha de batata doce e dois de um complexo enzimático) com cinco repetições por tratamento, sendo a unidade experimental composta por cinco aves. Para formação dos blocos, as aves foram classificadas em cinco grupos de 30 aves com pesos corporais médios de 39,6; 41,0; 45,2; 47,8 e 49,2 g e estas foram alojadas em boxes de modo a formar cinco blocos homogêneos quanto as características ambientais. Após as seis combinações dos três níveis (0, 20 e 40%) de farinha de batata doce (FBD) (*Ipomoea batatas*) e dos dois níveis (0 e 200 g/ton) de um complexo enzimático (CE) composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, as aves foram distribuídas aleatoriamente aos seis boxes de cada bloco. O CE foi adicionado às dietas na forma *on top* (Tabelas 1 e 2).

Durante a fase pré-inicial, considerada como adaptativa, as aves receberam quatro tipos de dietas: uma basal (T₁), uma com 20% de FBD em substituição ao milho (T₂, T₃), uma basal com CE (T₄) e uma com 20% de FBD em substituição ao milho e com CE (T₅, T₆), (Tabela 1). As rações foram fornecidas na forma farelada e *ad libitum*.

A FBD foi obtida de lavouras de agricultura familiar do município de Mariana Pimentel, região Centro Sul do estado do Rio Grande do Sul, maior produtor gaúcho da raiz. O CE utilizado foi o produto comercial Allzyme[®] SSF da empresa Alltech Inc. Biotechnology Center, obtido a partir do fungo *Aspergillus niger*, sem modificação genética e composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase.

As raízes da batata doce, sem qualidade comercial, foram trituradas em triturador de grãos e, então, colocadas para secar em sombrite plástico disposto sobre ripados usados para a secagem de fumo. As raízes secaram em aproximadamente 48 horas, a temperatura de 45°C, e, após, os resíduos foram novamente triturados.

Foi adotado um programa alimentar específico por fases de criação de acordo com a idade das aves, sendo considerada fase pré-inicial o período de 1 a 7 dias de idade, inicial de 8 a 14 dias de idade e de crescimento de 15 a 28 dias de idade.

Durante o período experimental, a temperatura média do aviário foi de 26,8°C e a umidade média relativa do ar de 66,34%, sendo registradas por um termohigrômetro. A iluminação foi feita por lâmpadas incandescentes de 60 W e o fornecimento e a intensidade de luz diários seguiram as orientações do guia de manejo da linhagem Cobb.

O consumo de ração (g), peso corporal (g), conversão alimentar (g/g) e índice de eficiência produtiva (IEP) foram avaliados semanalmente. O IEP leva em consideração o peso corporal da ave, a viabilidade, a idade e a conversão alimentar, e é calculado com a seguinte fórmula:

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das dietas pré-inicial (1 a 7 dias de idade) e inicial (8 a 14 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente (%)	Tratamentos dietas pré-inicial ¹				Tratamentos dietas inicial ²					
	T ₁	T ₂ , T ₃	T ₄	T ₅ , T ₆	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	55,53	32,70	55,53	32,70	59,53	35,82	10,90	59,53	35,82	10,90
Farelo de soja	38,10	38,52	38,10	38,52	33,90	35,60	37,75	33,90	35,60	37,75
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farinha de batata doce	0,00	20,00	0,00	20,00	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,52	0,49	0,52	0,49	0,47	0,42	0,38	0,47	0,42	0,38
Sal iodado	0,68	0,62	0,68	0,62	0,43	0,36	0,30	0,43	0,36	0,30
Óleo de soja	2,17	4,67	2,17	4,67	2,67	4,80	7,67	2,67	4,80	7,67
Suplemento ³	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ⁴	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,735	21,065	21,735	21,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Fibra bruta (%)	3,798	4,009	3,798	4,001	3,679	3,873	4,167	3,679	3,873	4,167
Lípidios totais (%)	4,776	6,590	4,776	6,561	4,671	6,797	8,925	4,671	6,797	8,925
Metionina total (%)	0,519	0,485	0,519	0,484	0,497	0,472	0,447	0,497	0,472	0,447
Lisina total (%)	1,260	1,225	1,260	1,220	1,135	1,148	1,162	1,135	1,148	1,162
Cálcio (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970	0,970
Fósforo disponível (%)	0,460	0,456	0,460	0,456	0,452	0,451	0,450	0,452	0,451	0,450
Sódio total (%)	0,300	0,300	0,300	0,301	0,201	0,200	0,201	0,201	0,200	0,201

¹ Tratamentos Dietas pré-inicial: T₁ - dieta basal, T₂ e T₃ - dietas com 20% de farinha de batata doce (FBD), T₄ - dieta basal com 200g/ton do complexo enzimático (CE), T₅ e T₆ - dietas com 20% de FBD e com 200g/ton do CE.

² Tratamentos Dietas inicial: T₁ - dieta basal, T₂ - dietas com 20% de FBD, T₃ - dieta com 40% de FBD, T₄ - dieta basal com CE, T₅ - dieta com 20% de FBD e 200g/ton do CE, T₆ - dieta com 40% de FBD e 200g/ton do CE.

Níveis de garantia por kg do produto: ³ Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

⁴ Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β-glucanase, celulase, amilase e pectinase.

IEP = ((Peso vivo (g) x Viabilidade (%)) / (Idade em dias x Conversão alimentar)) x 100.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância para os testes de significâncias dos efeitos principais e da interação entre farinha de batata doce e complexo enzimático, seguida da decomposição da variação entre os níveis do fator farinha de batata doce em componentes polinomiais. As decomposições e os ajustes de funções de resposta foram procedidos globalmente para os dois níveis do complexo enzimático ou separadamente para cada um desses níveis, respectivamente nas situações de ausência ou presença de significância da interação entre farinha de batata doce e complexo enzimático. O nível de significância de 5% foi utilizado para os testes realizados.

As análises das avaliações semanais foram fundamentadas no modelo estatístico onde o valor observado da variável resposta na unidade experimental com a combinação do nível *i* do fator FBD com o nível *j* do fator CE no bloco *k* foi expresso pela equação:

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk}, \quad i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4, 5,$$

onde: *m*: média geral, *a_i*: efeito do nível *i* da FBD, *b_j*: efeito do nível *j* do CE, *ab_{ij}*: efeito da interação dos níveis *i* e *j* desses dois fatores experimentais, *ρ_k*: efeito do bloco *k* e *e_{ijk}*: erro experimental. Foram admitidas as pressuposições de que os termos *m*, *a_i*, *b_j* e *ab_{ij}* são efeitos fixos, e *ρ_k* e *e_{ijk}* são efeitos aleatórios não correlacionados, com distribuições normais e variâncias homogêneas.

Para as análises conjuntas das avaliações semanais, a equação do modelo estatístico, para a observação em cada unidade experimental, é uma equação extensiva da postulada para as análises semanais:

$$Y_{ijkl} = m + a_i + b_j + ab_{ij} + \rho_k + e_{ijk} + s_l + as_{il} + bs_{jl} + abs_{ijl} + e_{ijkl},$$

onde: *e_{ijk}*: efeito da unidade experimental global para as quatro semanas, *s_l*: efeito da semana *l* (*l* = 1, 2, 3, 4) e os demais termos adicionados são os efeitos das interações do fator semana com os efeitos e interação dos fatores FBD e CE, e o efeito do erro experimental. Os efeitos *s_l*, *as_{il}*, *bs_{jl}* e *abs_{ijl}* são supostos fixos e o efeito *e_{ijkl}* aleatório com propriedades semelhantes aos dos demais efeitos aleatórios definidos para o modelo estatístico semanal.

Tabela 2 - Composição percentual e calculada das dietas de crescimento (15 a 28 dias de idade) fornecidas aos frangos de corte durante o período experimental.

Ingrediente	Tratamentos dietas de crescimento ¹					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Milho	60,78	38,27	13,32	60,78	38,27	13,32
Farelo de soja	32,80	33,00	35,20	32,80	33,00	35,20
Farinha de batata doce	0,00	20,00	40,00	0,00	20,00	40,00
Farinha de ostra fina	0,34	0,26	0,22	0,34	0,26	0,22
Sal iodado	0,38	0,32	0,25	0,38	0,32	0,25
Óleo de soja	2,70	5,15	8,01	2,70	5,15	8,01
Suplemento ²	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Complexo enzimático ³	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	19,702	19,000	19,000	19,702	19,000	19,000
Fibra bruta (%)	3,540	3,748	4,043	3,540	3,748	4,043
Lipídeos totais (%)	5,416	7,180	9,313	5,416	7,180	9,313
Metionina total (%)	0,448	0,414	0,389	0,448	0,414	0,389
Lisina total (%)	1,100	1,062	1,076	1,100	1,062	1,076
Cálcio (%)	0,967	0,950	0,950	0,967	0,950	0,950
Fósforo disponível (%)	0,415	0,410	0,409	0,415	0,410	0,409
Sódio total (%)	0,180	0,182	0,180	0,180	0,182	0,180

¹ Tratamentos dietas de crescimento: T₁ - dieta basal, T₂ - dietas com 20% de farinha de batata doce (FBD), T₃ - dieta com 40% de FBD, T₄ - dieta basal com 200g/ton do complexo enzimático (CE), T₅ - dieta com 20% de FBD e 200g/ton do CE, T₆ - dieta com 40% de FBD e 200g/ton do CE.

Níveis de garantia por kg do produto: ²Suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos - Núcleo (Brastec): vitamina A: 240.000 UI, vitamina D₃: 53.000 UI, vitamina E: 433 mg, vitamina K₃: 580 mg, vitamina B₁: 60 mg, vitamina B₂: 170 mg, vitamina B₆: 100 mg, vitamina B₁₂: 400 mcg, niacina: 1.160 mg, ácido pantotênico: 400 mg, ácido fólico: 25 mg; cálcio: 266 g, fósforo 102 g, flúor: 710 mg, manganês: 3.334 mg, zinco: 2.000 mg; ferro: 1.667 mg, cobre: 333 mg, iodo: 20 mg, selênio: 11 mg, metionina: 40 g.

³ Complexo enzimático (Allzyme[®] SSF produzido pela empresa Alltech Inc. Biotechnology Center): fitase, protease, xilanase, β-glucanase, celulase, amilase e pectinase.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores FBD e CE influenciou significativamente o consumo de ração das aves apenas na quarta semana experimental com resposta polinomial constante para o efeito principal da FBD e linear para os efeitos simples da FBD em cada nível de enzima. Os efeitos principais da FBD ou do CE não influenciaram significativamente o consumo de ração semanal das aves, assim como quando considerado o período experimental total (Tabela 3).

Resultado semelhante ao observado foi realizado por Strada et al. (2005) que ao fornecerem rações à base de sorgo e farelo de soja ou milheto e farelo de soja, suplementadas ou não com complexo multienzimático, a frangos de corte, de oito a 21 dias de idade, não verificaram significância para o consumo de ração.

O aumento do percentual de FBD em substituição ao milho causou, embora sem efeito significativo, redução do consumo de ração pelas aves o que pode estar relacionado ao aumento da pulverulência e do teor de fibra que atua reduzindo a digestibilidade e a absorção de nutrientes (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

Conforme Nir et al. (1995), o consumo de ração pelas aves é influenciado pelo tamanho das partículas da ração, sendo que os pintos possuem preferência por rações com partículas de 0,70 a 0,90 mm.

A substituição parcial do milho pela FBD influenciou significativamente o peso corporal dos frangos de corte, com resposta polinomial linear decrescente (Tabela 4). Ao passo que o CE, na forma como foi adicionado, não beneficiou o desempenho das aves, pois a quantidade de substrato pode ter sido abaixo ou acima da quantidade de determinadas enzimas presentes no CE. Além disso, a presença do amido resistente na batata doce pode ter atuado reduzindo a ação das enzimas e a digestão (WYATT & BEDFORD, 1998), uma vez que este não é absorvido no intestino delgado, logo não fornece glicose e pode ser fermentado no intestino grosso com a produção de gases, nomeadamente ácidos graxos de cadeia curta (SAJILATA et al., 2006). Portanto, pela presença do amido resistente na FBD pode ser explicada a diferença significativa no peso corporal e não no consumo de ração pelos frangos de corte.

De maneira semelhante, Santos et al. (2004) observaram que quanto maior o nível de inclusão de farelo de arroz integral na dieta de frangos de corte menor foi o peso corporal. Ao contrário da verificação realizada, Costa et al. (2007) ao suplementar fitase em dieta, à base de milho e farelo de soja, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, obtiveram maior ganho de peso, o qual foi relacionado a diminuição da viscosidade intestinal que proporcionou maior digestão e absorção de nutrientes da ração.

Tabela 3 - Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao consumo de ração (CR) (g) nas semanas entre os dias 8-14, 15-21 e 22-28 e no período experimental (1 a 28 dias), resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD (%)	Períodos experimentais (dias)			
	8-14	15-21	22-28	1-28
0	525	1.121	1.037	2.816
20	552	1.158	1.083	2.924
40	529	1.126	1.073	2.855
P ¹	0,3772	0,7600	0,5341	0,2706
CE (g/ton)				
0	532	1.148	1.061	2.870
200	539	1.123	1.068	2.860
P ¹	0,7183	0,5828	0,8336	0,8500
FBD - CE				
0 - 0	537	1.074	1.104	2.852
20 - 0	554	1.203	1.083	2.966
40 - 0	507	1.164	995	2.794
0 - 200	514	1.167	971	2.781
20 - 200	551	1.113	1.082	2.883
40 - 200	551	1.088	1.152	2.917
P ¹	0,2743	0,1984	0,0102	0,2323
CV (%) ²	8,62	10,69	8,91	11,75
Função polinomial ajustada	Constante CR = 536	Constante CR = 1.135	Constante/ Linear ³ CR = 1.061	Constante CR = 2.865
R ² ⁴	0	0	0/0,98	0

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ² Coeficiente de variação. ³ Equação polinomial linear: sem CE: CR = 1.061; com CE: CR = 978,1 + 4,525 FBD. ⁴ Coeficiente de determinação.

Tabela 4 - Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao peso corporal (PC) (g) dos dias 14, 21 e 28, resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD (%)	Períodos experimentais (dias)		
	14	21	28
0	412	828	1.471
20	389	803	1.341
40	346	718	1.196
P ¹	0,0008	0,0027	<0,0001
CE (g/ton)			
0	385	783	1.340
200	379	783	1.333
P ¹	0,6316	0,9972	0,8514
FBD - CE			
0 - 0	426	841	1.511
20 - 0	395	794	1.319
40 - 0	334	714	1.189
0 - 200	398	815	1.431
20 - 200	383	812	1.364
40 - 200	357	722	1.203
P ¹	0,2488	0,7314	0,3752
CV (%) ²	8,68	8,19	7,61
Função polinomial ajustada	Linear ³	Linear ⁴	Linear ⁵
R ² ⁶	0,96	0,90	0,99

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ² Coeficiente de variação. ³ Equação polinomial ajustada: PC = 415,890 - 1,661 FBD. ⁴ Equação polinomial ajustada: PC = 838,329 - 2,744 FBD. ⁵ Equação polinomial ajustada: PC = 1.501, 289 - 8,053 FBD. ⁶ Coeficiente de determinação.

Tabela 5 - Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes à conversão alimentar (CA) nas semanas entre os dias 8-14, 15-21 e 22-28 e no período experimental (1 a 28 dias), resultados dos testes de significâncias dos efeitos principais e interação desses fatores, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD (%)	Períodos experimentais (dias)			
	8-14	15-21	22-28	1-28
0	2,04	2,73	1,61	1,90
20	2,21	2,81	2,04	2,12
40	2,49	3,07	2,28	2,32
P ¹	0,0007	0,2824	0,0005	0,0001
CE (g/ton)				
0	2,23	2,93	1,95	2,11
200	2,26	2,82	2,00	2,12
P ¹	0,7738	0,5431	0,6549	0,9186
FBD - CE				
0 - 0	2,00	2,63	1,65	1,87
20 - 0	2,20	3,02	2,10	1,93
40 - 0	2,50	3,14	2,11	2,15
0 - 200	2,09	2,84	1,58	2,08
20 - 200	2,21	2,60	1,99	2,31
40 - 200	2,47	3,01	2,44	2,34
P ¹	0,8307	0,3663	0,2569	0,6964
CV (%) ²	9,63	16,81	16,02	14,15
Função polinomial ajustada	Linear ³	Constante CR = 2,87	Linear ⁴	Linear ⁵
R ² ⁶	0,98	0	0,97	0,99

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ² Coeficiente de variação. ³ Equação polinomial ajustada: CA = 1,983 + 0,125 FBD. ⁴ Equação polinomial ajustada: CA = 1,719 + 0,012 FBD. ⁵ Equação polinomial ajustada: CA = 1,905 + 0,010 FBD. ⁶ Coeficiente de determinação.

Tabela 6 - Médias dos níveis e das combinações dos níveis dos fatores farinha de batata doce (FBD) e complexo enzimático (CE) referentes ao índice de eficiência produtiva (IEP) nas semanas entre os dias 8-14, 15-21 e 22-28 e no período experimental (1 a 28 dias), resultados, dos testes de significâncias dos efeitos principais e da interação desses fatores, e equações polinomiais ajustadas para expressar as respostas aos níveis de FBD.

FBD (%)	Períodos experimentais (dias)			
	8-14	15-21	22-28	1-28
0	145	121	257	176
20	127	110	193	143
40	101	92	154	120
P ¹	0,0003	0,0686	0,0001	<0,0001
CE (g/ton)				
0	127	106	201	147
200	122	109	202	145
P ¹	0,4826	0,6877	0,9075	0,7749
FBD - CE				
0 - 0	153	126	254	179
20 - 0	131	100	184	172
40 - 0	97	90	163	143
0 - 200	137	115	260	143
20 - 200	124	120	202	120
40 - 200	104	93	145	119
P ¹	0,4252	0,4294	0,6355	0,9172
CV (%) ²	15,89	24,45	21,16	16,02
Função polinomial ajustada	Linear ³	Linear ⁴	Linear ⁵	Linear ⁶
R ² ⁷	0,98	0,97	0,97	0,99

¹ Probabilidade de declarar significativo efeito inexistente. ² Coeficiente de variação. ³ Equação polinomial ajustada: IEP = 146,854 - 1,107 FBD. ⁴ Equação polinomial ajustada: IEP = 122,469 - 0,724 FBD. ⁵ Equação polinomial ajustada: IEP = 246,642 - 2,278 FBD. ⁶ Equação polinomial ajustada: IEP = 174,762 - 1,409 FBD. ⁷ Coeficiente de determinação.

Com relação à conversão alimentar, para a segunda e quarta semana de idade dos frangos de corte, assim como para todo o período experimental, observou-se efeito significativo da substituição do milho pela FBD com resposta polinomial linear crescente (Tabela 5). À medida que foi aumentado o percentual da FBD na dieta, ocorreu piora da conversão alimentar das aves.

Contrariando o verificado, Gomes et al. (2008) recomendaram em substituição ao milho 20% de milho (alimento alternativo) nas rações de frangos de corte, de 1 a 21 dias de idade, por terem observado melhor conversão alimentar.

Quanto ao índice de eficiência produtiva dos frangos de corte, observou-se influência significativa da FBD com resposta polinomial linear decrescente na segunda e na quarta semana de avaliação e no período experimental de 28 dias (Tabela 6).

Os resultados observados para peso corporal (Tabela 4) e conversão alimentar (Tabela 5) justificam a verificação realizada para o IEP. Portanto, a presença de fatores anti-nutricionais, como os polissacarídeos não amiláceos (PNA), e a quantidade de substrato nas dietas que pode ter sido abaixo ou acima da capacidade de atuação das enzimas presentes no CE podem justificar a diminuição do desempenho das aves com o aumento dos níveis de farinha de batata doce na dieta. De acordo com Brufau et al. (1994), os PNA reduzem a digestibilidade de diversos nutrientes causando menor ganho de peso pelos animais.

Para o IEP, igual resultado foi observado por Brum Jr. et al. (2007) ao substituir milho por quirera de arroz, em dietas para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, nos níveis entre 0% e 40%.

A suplementação enzimática não apresentou diferença estatística significativa em nenhum dos parâmetros avaliados. Observações similares foram obtidas por Bonato et al. (2004).

CONCLUSÃO

A substituição do milho pela farinha de batata doce, com ou sem a suplementação do complexo enzimático, não demonstrou ser efetiva nas dietas de frangos de corte de 1 a 28 dias de idade.

REFERÊNCIAS

BONATO, E. L., ZANELLA, I., SANTOS, R., GASPARINI, S. P., MAGON, L., ROSA, A. P., BRITTES, L. P. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.511-516, 2004

BORGES, F. M. O., ROSTAGNO, H. S., SAAD, C. E. P., RODRIGUES, N. M., TEIXEIRA, E. A., LARA, L. B., MENDES, W. S., ARAÚJO, V. L. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.710-721, 2003.

BRUFAU, J., PÉREZ-VENDRELL, A. M., FRANCESCH, M. Papel de la fibra en la alimentacion avícola. In: SIMPÓSIO DE AVICULTURA, 31., 1994, Pamplona. **Anais ... Pamplona: Seccion Española de la Asociacion Mundial de Avicultura Científica**, 1994. p.125-130.
BRUM JR., B., ZANELLA, I., TOLEDO, G. S. P. de, XAVIER, E. G., VIEIRA, T. A., GONÇALVES, E. C., BRUM, H., OLIVEIRA, J. L. S. de. Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1423-1429, 2007.

CAMPESTRINI, E., SILVA, V. T. M., APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267, 2005.

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

FAO - Food and Agriculture Organization. FAOSTAT 2007: FAO statistical databases. [2007]. Disponível em: <www.fao.org.br>. Acesso em: 18 de dezembro de 2009.

FIREMAN, F. A. T., FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p.173-178, 1998.

GOMES, P. C., RODRIGUES, M. P., ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S., GOMES, M. F. M., MELLO, H. H. C., BRUMANO, G. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1617-1621, 2008.

GONÇALVES, M. F. V., SARMENTO, S. B. S., DIAS, C. T. S., MARQUEZINI, N. M. Tratamento térmico do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) sob baixa umidade em micro-ondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.270-276, 2009.

NASCIMENTO, G. A. J. do; COSTA, F. G. P., JÚNIOR, V. S. A., BARROS, L. R. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.1, p.200-207, 2005.

NIR, I., HILLEL, R., PTICHI, I. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, n.2, p.771-783, 1995.

PIMENTEL, A. C. S., DUTRA Jr., W. M., LUDKE, M. C. M., LUDKE, J. V., RABELLO, C. B., FREITAS, C. R. G. de. Substituição parcial do milho pelo sorgo e da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de caroço extrusado em rações de frangos de

corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES P. C., OLIVEIRA R. F. de; LOPES D. C.; FERREIRA, A. S., BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos** – Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 2005, 186p.

SAGRILO, E., GIRÃO, E. S., BARBOSA, F. J. V., RAMOS, G. M., AZEVEDO, J. N. de; MEDEIROS, L. P., ARAÚJO NETO, R. B. de; LEAL, T. M. Manejo alimentar. **Instrução técnica para o avicultor** – CT/205/EMBRAPA/CNPSA, julho/2003, 2p.

SANTOS, R. S., ZANELLA, I, BONATO, E. L., ROSA, A. P. MAGON, L., GASPARINI, S. P., BRITTES, L. B. P. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e

enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.517-521, 2004.

SAJILATA, M. G., SINGHAL, R. S., KULKARNI, P. R. Resistant starch a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.5, p.1-17, 2006.

STRADA, E. S. O., ABREU, R. D., OLIVEIRA, G. J. C., COSTA, M. C. M. M, CARVALHO, G. J. L., FRANCA, A. S., CLAITON, L. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.

WYATT, C. L., BEDFORD, M. R. Uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicação prática. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: FINNFEEDS, 1998, p.2-12.