

# Farelo de algodão em dietas com ou sem suplementação de enzimas para frango de corte<sup>1</sup>

## Cottonseed meal in broiler diets with or without enzyme supplements

Lídia Maria Brito de Miranda<sup>2\*</sup>, Cláudia de Castro Goulart<sup>2</sup>, Silvana Cavalcante Bastos Leite<sup>2</sup>, Ana Sancha Malveira Batista<sup>2</sup> e Raffaella Castro Lima<sup>3</sup>

**RESUMO** - Este experimento foi conduzido com a finalidade de avaliar dietas contendo farelo de algodão em substituição à proteína do farelo de soja, com ou sem suplementação enzimática sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte. Foram utilizados 350 pintos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 2 + 1$  (2 níveis de substituição: 10 ou 20% x suplementação ou não com enzimas + dieta controle), totalizando cinco tratamentos, com sete repetições. Quando comparados à dieta controle, na fase pré-inicial, os pintos submetidos às dietas contendo farelo de algodão apresentaram maior consumo de ração e ganho de peso. No entanto, quando avaliados os períodos de 1 a 21 e 1 a 42 dias, o desempenho das aves foi semelhante. No período total da criação, houve efeito do nível de substituição e da suplementação enzimática, em que a substituição de 20% e a adição de enzimas resultaram em melhor ganho de peso. Nas características de carcaça, verificou-se que a dieta com 10% de substituição com adição de enzimas aumentou o peso da coxa, em comparação à dieta controle e à substituição de 20% em maior rendimento de sobrecoxa. Também foi verificado maior peso de coxa com a adição das enzimas. Conclui-se que o farelo de algodão pode ser utilizado em substituição de 20% da proteína do farelo de soja em dietas com suplementação das enzimas fitase e xilanase para frangos de corte.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo. Fitase. Xilanase.

**ABSTRACT** - This experiment was carried out with the aim of evaluating diets containing cottonseed as a substitute for soybean meal protein, with or without enzyme supplements, on performance and carcass characteristics in broilers. A total of 350 chicks were distributed in a completely randomised experimental design, in a  $2 \times 2 + 1$  factorial scheme (2 levels of substitution: 10% or 20% x with or without enzyme supplementation + control diet), giving a total of five treatments with seven replications. When compared to the control diet, in the pre-initial phase, the chicks submitted to the diets containing cottonseed meal showed higher feed intake and weight gain. However, when the periods, from 1 to 21 days and from 1 to 42 days, were evaluated, the performance of the birds was similar. Over the total breeding period, there was an effect from the level of substitution and the enzyme supplement, where a substitution of 20% and the addition of enzymes resulted in better weight gain. For carcass characteristics, it was found that a diet with 10% substitution and the addition of enzymes increased thigh weight in comparison to the control diet, and a substitution of 20%, gave greater yield of the upper thigh. Greater thigh weight was also found with the addition of enzymes. It can be concluded that cottonseed meal can be used as a substitute for 20% of the soybean meal protein in broiler diets supplemented with the enzymes phytase and xylanase.

**Key words:** Alternative feed. Phytase. Xylanase.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170080

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 01/12/2015; aprovado em 01/12/2016

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual do Vale do Acaraú, Sobral-CE, 62.040-370, lidiambm@hotmail.com, clcgoulart@hotmail.com, silvanabastos2000@yahoo.com.br, sancha.malveira@hotmail.com

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil, 60.020-180, raffazoo@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

A alimentação, constituída principalmente de milho e farelo de soja, contribui com a maior parte do custo na produção de carne de frango, uma vez que têm seu preço influenciado pelo mercado externo (CALDARELLI; BACCHI, 2010) e onerado pelo valor do frete. Freitas *et al.* (2006) ressaltam que no Ceará a produção de milho é insuficiente para atender a demanda, enquanto a soja é totalmente adquirida fora do Estado, elevando os custos da ração. Dessa forma, estes ingredientes poderiam ser substituídos, pelo menos parcialmente, por alimentos alternativos, possibilitando assim redução no custo da ração e o aproveitamento de resíduos.

Dentre os diversos ingredientes proteicos utilizados na alimentação animal, destaca-se o farelo de algodão, por ser o terceiro mais produzido no mundo (SOUZA, 2003). Este alimento é um subproduto da indústria têxtil, com boa disponibilidade no mercado e tem despertado interesse nos pesquisadores em função do seu potencial nutritivo, apresentando alto teor de proteína bruta, com valor entre 24,9 a 44,3% (SAMAY, 2012) e teor de energia metabolizável correspondente a cerca de 60 a 70% do valor energético do farelo de soja (SOUZA, 2003).

No entanto, este ingrediente apresenta grandes variações em sua composição, em função principalmente do processamento do caroço para sua obtenção (SANTOS *et al.*, 2013), além de apresentar fatores antinutricionais, como o gossipol, polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e ácido fítico (AMORIM; ZANGEROMINO; THOMAZ, 2011). Outro problema, relatado por Pimentel *et al.* (2007), é a baixa disponibilidade de aminoácidos, principalmente da lisina, uma vez que este aminoácido se completa com o gossipol, reduzindo sua absorção no trato gastrointestinal.

Entretanto, alguns trabalhos têm demonstrado que este alimento pode substituir parcialmente o farelo de soja na formulação das dietas para frangos de corte sem prejuízo ao desempenho das aves. Santos *et al.* (2008) verificaram que níveis de até 40% de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão não influenciaram o ganho de peso e consumo de ração dos frangos. Por sua vez, Pimentel *et al.* (2007) concluíram que o farelo de caroço de algodão extrusado pode ser utilizado até 19,41% em substituição ao farelo de soja em dietas para frangos de corte, desde que esta seja formulada em base de aminoácidos digestíveis.

A inclusão de enzimas exógenas nas dietas vem sendo utilizada pelos nutricionistas como estratégia para aumentar a disponibilidade dos nutrientes (AMORIM; ZANGEROMINO; THOMAZ, 2011; SAMAY, 2012). Estes aditivos auxiliam na redução dos fatores antinutricionais, melhorando a digestão e absorção de

nutrientes, aumentando a disponibilidade destes para os animais, com conseqüente aumento na eficiência produtiva e redução da emissão de poluentes (LEITE *et al.*, 2011). Além disso, a utilização de enzimas exógenas nas dietas para aves possibilita a flexibilização das formulações, o que permite inclusão de ingredientes alternativos de menor valor nutricional, resultando em menor custo de produção (LIMA *et al.*, 2007). Samay (2012) afirma que a adição das enzimas fitase e protease em dietas com inclusão de 15% de farelo de algodão melhora a disponibilidade dos nutrientes, ocasionando em desempenho semelhante ao da dieta sem redução nutricional.

Portanto, objetivou-se avaliar a utilização do farelo de algodão em dietas em substituição à proteína do farelo de soja, com ou sem suplementação enzimática, sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, no município de Sobral, Ceará. Foram utilizados 350 pintos de um dia da linhagem Ross, machos, com peso médio de  $45,10 \pm 0,43$  g. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 2 + 1$  (dois níveis de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão: 10 e 20% x dois níveis de inclusão de enzimas: com ou sem + dieta controle positivo: sem farelo de algodão e sem enzimas) totalizando cinco tratamentos, com sete repetições de dez aves cada. As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências das aves para cada fase experimental, de acordo com Rostagno *et al.* (2011) (Tabelas 1 e 2). A dieta controle positivo foi formulada à base de milho e farelo de soja. A partir da proteína proveniente do farelo de soja foram calculadas as quantidades de farelo de algodão nos tratamentos com 10 e 20% de substituição. Nos tratamentos com enzimas, estas foram adicionadas em substituição ao inerte.

O farelo de algodão (26,49% de PB) utilizado foi obtido da empresa Indústria e Comércio Rações Golfinho Ltda, em Sobral-CE. Para a produção do farelo, o caroço de algodão passa pelos processos de limpeza, deslinteramento (remoção do línter - fibra curta que fica aderida ao caroço), moagem, cocção e prensagem.

As enzimas utilizadas foram fitase (Fitase Quantum XT) e xilanase (Econase XT 25) e, sua suplementação na dieta foi realizada "on top" (sem redução dos níveis nutricionais da dieta), na quantidade de 100g/ton cada, de forma a fornecer 250 FTU/kg (unidade de fitase/kg) e 16.000 BXU/kg (unidade de xilanase/kg), respectivamente.

Foram avaliados consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, pesos e rendimentos de carcaça, de cortes nobres (peito, coxa, sobrecoxa), de vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) e da gordura abdominal. Para a avaliação das características de carcaça, aos 42 dias foi selecionada uma ave de cada repetição, com peso representativo do peso médio da parcela, para abate e coleta dos dados. As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas, depenadas e evisceradas. Na determinação do

rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça (sem pés, cabeça, pena, sangue, vísceras) em relação ao peso vivo após jejum. O rendimento dos cortes nobres foi calculado em relação ao peso da carcaça e o rendimento de vísceras e da gordura abdominal foi calculado em relação ao peso vivo em jejum.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa computacional Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG, avaliando-se os

**Tabela 1** - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias)

Ingredientes	Pré-Inicial			Inicial		
	Controle	Farelo de algodão		Controle	Farelo de algodão	
		10%	20%		10%	20%
Milho grão	46,944	43,010	39,118	55,231	51,891	48,593
Farelo de soja	46,075	42,055	38,026	38,960	35,555	32,143
Farelo de algodão	0,000	6,610	13,220	0,000	5,600	11,200
Óleo de soja	3,163	4,444	5,711	2,369	3,457	4,530
Fosfato bicálcico	1,864	1,798	1,731	1,475	1,418	1,361
Calcário	0,771	0,796	0,821	0,813	0,834	0,854
Sal comum	0,439	0,442	0,445	0,420	0,423	0,426
Premixl <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina	0,281	0,298	0,314	0,235	0,249	0,263
L-lisina.HCl	0,063	0,129	0,195	0,098	0,154	0,210
Inerte <sup>2</sup>	0,000	0,020	0,020	0,000	0,020	0,020
-----Composição calculada-----						
EM (kcal/kg)	2950	2950	2950	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	22,2	22,2	22,2	20,8	20,8	20,8
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,82	0,82	0,82
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21
Fósforo disp. (%)	0,47	0,47	0,47	0,39	0,39	0,39
Cloro (%)	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28
Potássio (%)	0,98	0,94	0,89	0,88	0,84	0,80
Lisina dig. (%)	1,31	1,31	1,31	1,17	1,17	1,17
Met+cis dig. (%)	0,94	0,94	0,94	0,84	0,84	0,84
Treonina dig. (%)	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,75
Valina dig.(%)	1,03	1,01	0,98	0,93	0,91	0,84
Triptofano dig. (%)	0,29	0,29	0,29	0,25	0,25	0,25
Isoleucina dig. (%)	1,00	0,97	0,94	0,89	0,86	0,83

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico-mineral (composição por kg do produto): antioxidante 25g; cobre; 2000mg; zinco 17500 mg; ferro 12500 mg; iodo 187,50 mg; manganês 18750 mg; promotor de crescimento 25,50 g; coccidiostático 27,50g; selênio 75 mg; violeta de genciana 3 g; vitamina A 2.000.000 UI; vitamina B1 450 mg; vitamina B12 3000 mcg; vitamina B 2 1500 mg; vitamina B6 700 mg; vitamina D3 500.000 UI; vitamina E 3750 mg; vitamina K 3450 mg; biotina 15mg; ácido fólico 250mg; ácido pantotênico 3750mg; colina 105.000mg; niacina 10000 mg; Veículo q.s.p.- 1000g;

<sup>2</sup>Areia lavada; EM=energia metabolizável; disp.=disponível; dig. = digestível

**Tabela 2** - Composição percentual e nutricional das rações experimentais para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias)

Ingredientes	Crescimento			Final		
	Controle	Farelo de algodão		Controle	Farelo de algodão	
		10%	20%		10%	20%
Milho grão	59,541	56,613	53,728	63,395	60,749	58,147
Farelo de soja	34,258	31,281	28,295	30,720	28,034	25,341
Farelo de algodão	0,000	4,900	9,800	0,000	4,420	8,840
Óleo de soja	3,057	4,010	4,949	3,052	3,914	4,761
Fosfato bicálcico	1,239	1,190	1,140	1,021	0,977	0,932
Calcário	0,774	0,792	0,810	0,696	0,713	0,729
Sal comum	0,400	0,402	0,405	0,391	0,393	0,395
Premixl <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina	0,214	0,226	0,239	0,191	0,202	0,213
L-lisina.HCl	0,117	0,166	0,214	0,135	0,178	0,222
Inerte <sup>2</sup>	0,000	0,020	0,020	0,000	0,020	0,020
-----Composição calculada-----						
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3150	3150	3150
Proteína bruta (%)	19,5	19,5	19,5	18,0	18,0	18,0
Cálcio (%)	0,73	0,73	0,73	0,63	0,63	0,63
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19
Fósforo disp. (%)	0,34	0,34	0,34	0,29	0,29	0,29
Cloro (%)	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
Potássio (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Lisina dig. (%)	1,07	1,07	1,07	1,01	1,01	1,01
Met+cis dig. (%)	0,78	0,78	0,78	0,73	0,73	0,73
Treonina dig. (%)	0,70	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65
Valina dig.(%)	0,85	0,83	0,82	0,80	0,78	0,76
Triptofano dig. (%)	0,23	0,23	0,23	0,21	0,21	0,21
Isoleucina dig. (%)	0,81	0,78	0,76	0,75	0,73	0,71

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico-mineral (composição por kg do produto): antioxidante 25 g; cobre; 2000 mg; zinco 17500 mg; ferro 12500 mg; iodo 187,50 mg; manganês 18750 mg; promotor de crescimento 25,50 g; coccidiostático 27,50 g; selênio 75 mg; violeta de genciana 3 g; vitamina A 2.000.000 UI; vitamina B1 450 mg; vitamina B12 3000 mcg; vitamina B 2 1500 mg; vitamina B6 700 mg; vitamina D3 500.000 UI; vitamina E 3750 mg; vitamina K 3450 mg; biotina 15 mg; ácido fólico 250 mg; ácido pantotênico 3750 mg; colina 105.000 mg; niacina 10000 mg; Veículo q.s.p.- 1000 g; <sup>2</sup>Areia lavada; EM=energia metabolizável; disp.=disponível; dig. = digestível

efeitos dos fatores e sua interação. Foi realizado também o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, em que as dietas com substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão foram comparadas com a dieta controle.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase pré-inicial, os pintos submetidos a dietas contendo farelo de algodão em substituição ao farelo

de soja, independente do nível de substituição e da suplementação ou não de enzimas, apresentaram maior consumo de ração, peso corporal e ganho de peso ( $P < 0,05$ ), quando comparados aos alimentados com a dieta controle. A conversão alimentar não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pela utilização do farelo de algodão na dieta (Tabela 3).

Não houve interação entre os fatores avaliados ( $P > 0,05$ ), farelo de algodão e enzimas. Da mesma forma, não foi verificado efeito da porcentagem de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão ( $P > 0,05$ ) nem da

**Tabela 3** - Desempenho de pintos de corte de 1 a 7 dias de idade, submetidos a dietas contendo farelo de algodão em substituição à proteína do farelo de soja, com ou sem suplementação de enzimas

Tratamentos	Consumo de ração (g/ave)	Peso corporal (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
Controle	166,2	208,2	163,0	1,018
FA 10%	180,2*	220,7*	175,6*	1,025
FA 20%	182,8*	224,2*	179,0*	1,020
FA 10% + enzimas	181,8*	221,9*	177,2*	1,026
FA 20% + enzimas	183,5*	221,9*	176,9*	1,037
-----Efeitos-----				
% FA	0,5175	0,5705	0,5974	0,7337
Enzimas	0,7351	0,8601	0,9233	0,3516
% FA x enzimas	0,8879	0,5562	0,5330	0,3719
Coefficiente de variação (%)	5,61	3,78	4,70	2,38

\*Médias seguidas por este símbolo diferem da média do tratamento controle, sem farelo de algodão, pelo teste de Dunnet a 5%; FA = Farelo de algodão

suplementação de enzimas ( $P > 0,05$ ) sobre nenhuma das características de desempenho estudadas.

A literatura não relata resultados de trabalhos com o uso do farelo de algodão na dieta para frangos de corte na fase pré-inicial. De acordo com os resultados do presente estudo, percebeu-se que a inclusão deste alimento nesta fase promoveu o aumento do consumo de ração, acompanhado pelo aumento no ganho de peso das aves, o que não está em acordo com as características fisiológicas das aves, uma vez que este alimento apresenta um elevado nível de fibra em sua composição, que principalmente para animais jovens, pode limitar o consumo de alimento.

Choct (1997) relata que um alto conteúdo de fibra na dieta causa saciedade mais cedo nos animais, em função de sinais gástricos liberados pela distensão da parede estomacal. Assim, possivelmente a inclusão do farelo de algodão nas dietas para pintos de corte de 1 a 7 dias, resultasse em menor consumo de ração, uma vez que estas aves apresentam capacidade estomacal limitada. No entanto, ocorreu o contrário, os pintos foram capazes de aumentar o consumo de ração, aumentando também o ganho de peso, sem causar prejuízo na conversão alimentar, apresentando resultados maiores em relação ao tratamento controle.

De acordo com os resultados dessa pesquisa, as aves na fase de 1 a 7 dias de idade, submetidas a dietas contendo farelo de algodão em substituição à proteína do farelo de soja, independentemente do nível de substituição, com ou sem suplementação de enzimas, apresentaram resultados de desempenho superior aos animais que receberam dieta controle.

Diferente do observado na fase pré-inicial, na fase de 1 a 21 dias não foram verificadas diferenças ( $P > 0,05$ )

para os tratamentos com substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão, independente do percentual de substituição e da suplementação ou não de enzimas, quando comparadas à dieta controle (Tabela 4).

Resultados semelhantes foram encontrados por Tavares (2014) que avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática, verificou que na fase inicial de 8 a 21 dias de idade, para os parâmetros consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar, as dietas com farelo de algodão não apresentaram diferença da dieta controle, com milho e farelo de soja, independentemente da suplementação ou não com enzimas.

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de substituição e a suplementação de enzima para a conversão alimentar. Para as outras variáveis de desempenho, não houve interação entre os fatores nem efeito do percentual de farelo de algodão em substituição ao farelo de soja ou da suplementação com as enzimas fitase e xilanase.

Ao realizar o desdobramento da interação, observou-se que, para as aves submetidas a dietas sem suplementação enzimática, não foi verificado diferença entre os valores de conversão alimentar com 10 ou 20% de substituição pelo farelo de algodão. Porém, quando as enzimas fitase e xilanase foram suplementadas na dieta, a substituição de 10% do farelo da soja pelo farelo de algodão resultou em melhor conversão alimentar dos pintos, quando comparada à dieta com 20% de substituição (Tabela 5). No entanto, dentro do mesmo nível de substituição (10 ou 20%), não houve diferença entre a suplementação ou não com enzimas para a conversão alimentar.

**Tabela 4** - Características de desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, submetidos a dietas contendo farelo de algodão em substituição à proteína do farelo de soja, com ou sem suplementação de enzimas

Tratamentos	Consumo de ração (g/ave)	Peso corporal (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
Controle	1332,7	1061,1	1015,9	1,312
FA 10%	1347,0	1072,4	1027,3	1,311
FA 20%	1348,1	1071,2	1026,1	1,313
FA 10% + enzimas	1340,6	1089,9	1044,9	1,284
FA 20% + enzimas	1356,4	1057,9	1012,9	1,339
-----Efeitos-----				
% FA	0,5255	0,1835	0,1850	0,0300
Enzimas	0,9405	0,8653	0,8592	0,9237
% FA x enzimas	0,5804	0,2161	0,2185	0,0427
Coefficiente de variação (%)	2,64	2,92	3,04	2,62

\*Médias seguidas por este símbolo diferem da média do tratamento controle, sem farelo de algodão, pelo teste de Dunnet a 5%; FA = Farelo de algodão

**Tabela 5** - Desdobramento dos efeitos da interação entre os níveis de substituição do farelo de algodão e de enzimas sobre a conversão alimentar dos pintos de corte de 1 a 21 dias de idade

	Sem enzimas	Com enzimas	CV (%)
FA 10%	1,311 Aa	1,284 Aa	2,62
FA 20%	1,313 Aa	1,339 Ba	

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; <sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F; FA = Farelo de algodão

Os resultados do presente estudo são semelhantes aos encontrados por Santos *et al.* (2008), que avaliando a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em dietas para frangos de corte, verificaram piora na conversão alimentar com o aumento dos níveis de farelo de algodão. Esses autores relatam que o aumento na conversão alimentar ocorre devido ao aumento na quantidade de fibras presente no farelo de algodão. Dessa forma, a suplementação com enzimas melhorou a disponibilidade de nutrientes, e consequentemente a conversão alimentar somente quando o farelo de algodão entrou na formulação em 10% de substituição à proteína do farelo de soja, porém quando o nível de substituição aumentou para 20%, a suplementação enzimática não resultou em melhoria na conversão. Estes resultados estão de acordo com Mushtaq *et al.* (2008), que, avaliando o efeito da utilização das enzimas xilanase e glucanase em dietas com 20 ou 30% de farelo de algodão, também não verificaram melhoria no desempenho dos frangos aos 21 dias de idade com a suplementação enzimática.

Para a fase total da criação, de 1 a 42 dias de idade, quando comparado à dieta controle positivo, sem farelo de algodão, os resultados mantiveram-se semelhantes aos observados no período de 1 a 21

dias, quando não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos para nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas (Tabela 6), apresentando assim, resultados satisfatórios, pois a utilização do farelo de algodão não causou diminuição no desempenho das aves.

Não houve interação entre os fatores para nenhuma das características de desempenho estudadas. No entanto, observou-se efeito ( $P < 0,05$ ) do nível de substituição pelo farelo de algodão sobre o peso corporal e ganho de peso, em que os frangos alimentados com dieta contendo 20% de substituição apresentaram maiores valores quando comparados aos que receberam dieta contendo 10% de substituição. O consumo de ração, porém, não foi influenciado pelos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão ( $P > 0,05$ ) (Tabela 6).

Santos *et al.* (2008) avaliando o efeito da substituição de 10; 20; 30 e 40% da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão sobre o desempenho de frangos de corte, observaram que até 40% de substituição não houve efeito sobre o ganho de peso e consumo de ração. Entretanto, ocorreu aumento linear na conversão alimentar, causando assim uma redução na rentabilidade da produção. Segundo os autores, a

**Tabela 6** - Características de desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, submetidos a dietas contendo farelo de algodão em substituição à proteína do farelo de soja, com ou sem suplementação de enzimas

Tratamentos	Consumo de ração (g/ave)	Peso corporal (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
Controle	4779,8	2841,0	2795,8	1,711
FA 10%	4707,8	2750,8	2705,7	1,740
FA 20%	4889,7	3005,3	2960,2	1,657
FA 10% + enzimas	5003,9	2994,3	2949,3	1,696
FA 20% + enzimas	5021,3	3034,8	2989,8	1,682
FA 10%	4855,9	2872,6 B	2827,5 B	1,718
FA 20%	4955,5	3020,1 A	2975,0 A	1,670
Sem Enzimas	4798,8 b	2878,1 b	2833,0 b	1,699
Com Enzimas	5012,6 a	3014,6 a	2969,6 a	1,689
-----Efeitos-----				
% FA	0,2355	0,0153	0,0152	0,1141
Enzimas	0,0155	0,0235	0,0234	0,7634
% FA x enzimas	0,3250	0,0698	0,0698	0,2630
Coefficiente de variação (%)	4,09	5,01	5,09	4,36

\*Médias seguidas por este símbolo diferem da média do tratamento controle, sem farelo de algodão, pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade; <sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; <sup>a, b</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; FA = Farelo de algodão

pior conversão alimentar ocorreu em função do sensível aumento do consumo de ração com o aumento dos níveis de farelo de algodão nas dietas, como forma de compensar a menor digestibilidade e biodisponibilidade dos aminoácidos deste alimento para os frangos. Estes resultados diferem dos observados no presente estudo, onde as aves que receberam dieta contendo farelo de algodão apresentaram resultados de desempenho semelhantes àquelas alimentadas com dieta à base de milho e farelo de soja, provavelmente, em função das diferentes fases de vida avaliadas e do menor nível de substituição estudado.

Resultados diferentes foram encontrados por Mushtaq *et al.* (2008), que ao utilizarem níveis de 20 e 30% de inclusão de farelo de algodão suplementados com três níveis de lisina sintética (0,8; 0,9 e 1%) com adição ou não de enzimas (xilanase e glucanase, 0,50 g/kg) em dietas para frangos de corte de 1 a 42 dias de idades, verificaram que o uso de 30% de farelo de algodão, reduziu o ganho de peso, piorou a conversão alimentar e diminuiu o rendimento de carne de peito das aves. Esta diferença pode ser atribuída aos maiores níveis de inclusão do farelo de algodão, uma vez que no presente trabalho, com o maior nível de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão o nível máximo de inclusão deste alimento foi de 13,2% na ração.

Foi verificado efeito da suplementação enzimática sobre o consumo de ração, peso corporal, ganho de peso

e conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade, onde o desempenho dos frangos foi melhor quando as dietas receberam as enzimas fitase e xilanase, em comparação àqueles alimentados com dietas sem adição de enzimas. Assim, pode-se inferir que a adição das enzimas exógenas proporcionou melhor disponibilização dos nutrientes das rações contendo farelo de algodão.

Os resultados do presente estudo corroboram com os relatados encontrados por Samay (2012) que, avaliando o efeito da inclusão de 15% de farelo de algodão em dietas com ou sem suplementação enzimática (fitase e protease), verificou não haver diferença entre as dietas contendo farelo de algodão e a dieta controle, à base de milho e farelo de soja, independente da adição de enzimas. O autor relata, ainda, que a suplementação enzimática foi capaz de melhorar a disponibilidade dos nutrientes, uma vez que as dietas com redução nutricional suplementadas com as enzimas produziram resultados de desempenho semelhantes às dietas sem redução de oferta de nutrientes. A suplementação com enzimas possibilita melhores valores energéticos e maior coeficiente de digestibilidade do nitrogênio, resultando em melhor utilização dos nutrientes do alimento para deposição tecidual, e conseqüente, aumento no ganho de peso das aves (MUSHTAQ *et al.*, 2008).

Em relação às características de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com farelo de algodão suplementadas ou não com enzimas, pode-se verificar que, em comparação às aves alimentadas com a dieta controle,

somente os frangos alimentados com dieta com 10% de substituição e adição de enzimas apresentaram maior peso da coxa (Tabela 7) e peso e rendimento do coração (Tabela 8) e a substituição de 20% em maior rendimento de sobrecoxa (Tabela 7).

Também foi verificado efeito da suplementação enzimática ( $P>0,05$ ) sobre o peso de coxa e peso e rendimento de coração e fígado, onde as aves que receberam dietas com enzimas obtiveram maior valor para essas variáveis.

Os resultados obtidos diferem dos encontrados por Cardoso *et al.* (2011) que, ao avaliarem os efeitos da suplementação individual ou conjunta de enzimas em formulações de dietas para frangos de corte, não observaram efeito significativo no rendimento de carcaça e de seus diversos cortes.

Com exceção do peso ( $P<0,05$ ) e rendimento ( $P<0,01$ ) de gordura abdominal (Tabela 9), não houve interação entre os fatores para nenhuma das outras variáveis avaliadas ( $P>0,05$ ).

Pimentel *et al.* (2007) avaliaram a substituição do milho e farelo de soja por sorgo e farelo do caroço de algodão extrusado em dietas para frangos de corte e verificaram que a substituição do farelo de soja pelo farelo de caroço de algodão extrusado pode ocorrer em até

19,4%, não causando influência no rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte.

Ao serem adicionadas nas rações, muitas enzimas exógenas são capazes de melhorar a digestibilidade dos nutrientes da dieta, devido à degradação dos fatores antinutricionais dos ingredientes, reduzindo a variabilidade nutricional, proporcionando melhoria no desempenho de frangos (ONDERCI *et al.*, 2006).

Ao realizar o desdobramento da interação entre os fatores estudados, percebe-se que no nível de 10% de substituição ao farelo de soja pelo farelo de algodão, a suplementação enzimática resultou em menores valores de peso e rendimento de gordura abdominal. No entanto, para o nível de substituição de 20% pelo farelo de algodão, não houve resposta para a adição de enzimas nas dietas sobre estas características (Tabela 9).

Não foi verificado diferença para peso da gordura abdominal, por outro lado, houve diferença para rendimento de gordura entre os diferentes percentuais de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão, em que nas dietas suplementadas com enzima a porcentagem de gordura foi menor para as dietas que receberam 10% deste alimento. Sendo assim, resultados satisfatórios, pois deposição de gordura na carcaça é um fator não desejável para a indústria e para o mercado consumidor.

**Tabela 7** - Pesos (g) e rendimentos (%) de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte aos 42 dias de idade, em função da substituição proteica do farelo de soja pelo farelo de algodão, com ou sem a suplementação enzimática

Tratamentos	Carcaça		Peito		Coxa		Sobrecoxa	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Controle	2029,6	76,95	628,4	30,97	286,4	14,1	348,0	17,1
FA 10%	2066,8	77,23	638,0	30,83	289,2	13,9	343,2	16,6
FA 20%	2044,0	77,13	642,0	31,27	275,6	13,4	358,0	17,5
FA 10% + enzimas	2276,8*	77,14	724,0	31,68	332,4*	14,6	356,4	15,6
FA 20% + enzimas	2072,8	76,01	655,6	31,66	290,4	14,0	361,6	17,4
FA 10%	2171,8	77,2	681,0	31,3	310,8 A	14,3	349,8	16,1 B
FA 20%	2058,4	76,6	648,8	31,5	283,0 B	13,7	359,8	17,5 A
Sem Enzimas	2055,4	77,2	640,0	31,1	282,4 a	13,7	350,6	17,1
Com Enzimas	2174,8	76,6	689,8	31,7	311,4 b	14,3	359,0	16,5
Efeitos								
% FA	0,0824	0,3056	0,3896	0,8484	0,0192	0,1324	0,4904	0,0310
Enzimas	0,0688	0,3154	0,1903	0,5696	0,0153	0,1171	0,5615	0,3594
% FA x enzimas	0,1582	0,3882	0,3349	0,8296	0,2021	0,9004	0,7391	0,5051
C.V. (%)	5,92	1,69	11,62	7,75	7,76	5,48	8,17	6,86

\* Médias seguidas por este símbolo diferem da média do tratamento controle, sem farelo de algodão, pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade; <sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; <sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; FA = Farelo de algodão



**Tabela 8** - Pesos (g) e rendimentos (%) de vísceras de frangos de corte aos 42 dias de idade, em função da substituição proteica do farelo de soja pelo farelo de algodão, com ou sem a suplementação enzimática

Tratamentos	Moela		Coração		Fígado	
	(g)	(%)				
Controle	32,97	1,25	10,76	0,41	45,65	1,73
FA 10%	36,26	1,35	11,41	0,43	46,73	1,74
FA 20%	39,23	1,49	10,79	0,40	41,76	1,57
FA 10% + enzimas	40,84	1,39	14,66	0,50	52,92	1,80
FA 20% + enzimas	40,52	1,49	12,04	0,44	51,27	1,88
FA 10%	38,55	1,37	13,04	0,47	49,83	1,77
FA 20%	39,88	1,49	11,42	0,42	46,52	1,73
Sem Enzimas	37,75	1,42	11,10 b	0,42 b	44,25 b	1,66 b
Com Enzimas	40,68	1,44	13,35 a	0,47 a	52,10 a	1,84 a
Efeitos						
% FA	0,6554	0,2875	0,0600	0,0682	0,2588	0,5679
Enzimas	0,3287	0,8733	0,0130	0,0166	0,0135	0,0345
% FA x enzimas	0,5806	0,8972	0,2312	0,4133	0,5646	0,1278
C.V. (%)	17,25	17,76	15,69	11,94	13,0	10,17

\* Médias seguidas por este símbolo diferem da média do tratamento controle, sem farelo de algodão, pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade; <sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; <sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; FA = Farelo de algodão

**Tabela 9** - Desdobramento dos efeitos da interação entre os níveis de substituição do farelo de algodão e de enzimas sobre o peso e o rendimento de gordura dos frangos de corte aos 42 dias de idade, em função da substituição proteica do farelo de soja pelo farelo de algodão, com ou sem a suplementação enzimática

Tratamentos	Gordura			
	(g)		(%)	
	Sem enzimas	Com enzimas	Sem enzimas	Com enzimas
Farelo de algodão 10%	46,14 Aa	31,87 Ab	1,71 Aa	1,08 Ba
Farelo de algodão 20%	34,91 Aa	42,08 Aa	1,33 Aa	1,53 Aa
CV (%)	24,85		23,78	

<sup>A,B</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste F; <sup>a,b</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si, pelo teste F

Resultados diferentes foram encontrados por Watkins *et al.* (1994) que avaliando a introdução de 30% de farelo de algodão em dietas para frangos de corte, verificaram uma redução da gordura total e abdominal. Contudo, trabalhando com a inclusão de enzimas associadas a simbiótico comercial, Sartori *et al.* (2007) não observaram influência na gordura abdominal de frangos.

Segundo Bertechini (2012), atualmente o desempenho do animal faz parte de um contexto da indústria de frangos de corte, onde a moderna nutrição tem o objetivo de maximizar os rendimentos de cortes nobres (peito, coxas e sobrecoxas) e reduzir o rendimento

de gordura na carcaça, pois os consumidores estão mais exigentes em relação à qualidade da carne que consomem.

## CONCLUSÃO

O farelo de algodão pode ser utilizado em substituição de 20% da proteína do farelo de soja em dietas com suplementação das enzimas fitase e xilanase para frangos de corte, em virtude de não comprometer os índices produtivos e parâmetros de carcaça das aves.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. B.; ZANGEROMINO, M. G.; THOMAZ, M. C. Enzimas exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 8, n. 2, p. 1469-1481, 2011.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras, MG: UFLA, 2012.
- CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. **Fatores de influênciano preço do milho no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 174 p.
- CARDOSO, D. M. *et al.* Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 1- 12, 2011.
- CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**, p. 13-26, 1997.
- FREITAS, E. R. *et al.* Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, 2006.
- LEITE, P. R. S. C. *et al.* Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milheto e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 280-286, 2011.
- LIMA, M. R. *et al.* Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 1, n. 4, p. 99-110, 2007.
- MUSHTAQ, T. *et al.* Influence of pre-press solventextracted cottonseed meal supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and immunity responses of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 93, n. 2, p. 253-262, 2008.
- ONDERCI, M. *et al.* Efficacy of supplementation of alpha-amylase-producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed a corn-based diet. **Poultry Science**, v. 85, p. 505-510, 2006.
- PIMENTEL, A. C. S. *et al.* Substituição parcial do milho e farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 2, p. 135-141, 2007.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- SAMAY, A. M. A. T. **Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte**. 2012. 119 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- SANTOS, A. P. S. F. *et al.* Características de carcaça de frangos alimentados com farelo de algodão. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 217, p. 15-24, 2008.
- SANTOS, M. J. B. *et al.* Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 32-40, 2013.
- SARTORI, J. R. *et al.* Enzima e simbiótico para frangos criados nos sistemas convencional e alternativo. **Revista Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 235-240, 2007.
- SOUZA, A. V. C. **Utilização do farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em: <[http://www.polinutri.com.br/conteúdo\\_dicas\\_janeiro\\_03.htm](http://www.polinutri.com.br/conteúdo_dicas_janeiro_03.htm)> Acesso em: 14 out. 2013.
- TAVARES, A. **Desempenho, parâmetros de carcaça, ósseos e econômicos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática**. 2014. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/industria-carne/artigos/desempenho-parametros-carcaca-osseos-t1609/471-p0.htm>> Acesso em: 03 dez. 2014.
- WATKINS, S. E. *et al.* An evaluation of low gossypol cottonseed meal in diets for broilers e chickens. 2. Influence of assigned metabolizable e energy values and supplementation with essential amino acids on performance. **International Journal Poultry Science**, v. 3, p. 7-16, 1994.