



## Avaliação de complexo enzimático e betaína natural em rações para frangos de corte criados em aviário comercial

Patrícia Watanabe Zanin Pereira<sup>1</sup>, José Fernando Machado Menten<sup>2</sup>, Aline Mondini Caill Racanicci<sup>2</sup>, Ana Beatriz Traldi<sup>2</sup>, Cynthia Siqueira Silva<sup>2</sup>, Pricila Vetrano Rizzo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Zootecnia – ESALQ/USP. Av. Pádua Dias no 11, Caixa Postal 9, Bairro Agronomia – CEP: 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista CNPq.

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

**RESUMO** - O objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos de um complexo enzimático, composto por protease, xilanase e amilase, associado ou não a betaína em dietas para frangos de corte sobre o desempenho das aves e a análise econômica. Pintos machos da linhagem Cobb 500 (924), com peso médio inicial de 45,8 g, foram alimentados com quatro dietas, cada uma com sete repetições, em um delineamento inteiramente casualizado. Cada unidade experimental continha 33 aves. As dietas foram: controle – rações à base de milho e farelo de soja; enzimas – rações acrescidas de enzimas (protease, xilanase e amilase); betaína – rações acrescidas de betaína natural; enzimas + betaína – rações acrescidas de enzimas e betaína. No período de 1 a 7 dias de idade, a adição de enzimas ou betaína nas rações não influenciou as características de desempenho. No período de 1 a 21 dias de idade, as aves que receberam as dietas com enzimas + betaína apresentaram menor consumo de ração em comparação àquelas com apenas enzimas. Entretanto, o ganho de peso e a conversão alimentar foram similares. As dietas com enzimas ou betaína não influenciaram o desempenho das aves em comparação à dieta controle. Igualmente, no período de 1 a 35 dias, o desempenho das aves que se alimentaram das dietas com enzimas ou betaína foi semelhante ao das aves do grupo controle. Aos 41 dias, os frangos que receberam as dietas com enzimas ou betaína tiveram desempenho semelhante aos do grupo controle, logo os aditivos usados tiveram os efeitos esperados. Entretanto, a combinação dos aditivos não teve a mesma eficiência. Não houve influência significativa das dietas no custo da alimentação. Entre os aditivos avaliados, apenas as enzimas e betaína não afetam o desempenho das aves.

Palavras-chave: aditivo, desempenho, nutrição

## Evaluation of an enzymatic complex and natural betaine in rations for broilers chickens raised in a commercial poultry house

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the effects of an enzymatic complex composed of protease, xylanase and amylase, associated or not to betaine in diets for broiler chickens on the performance of birds and economical analysis. It was used Cobb 500 male broiler chicks (924) at average initial weight of 45.8 g fed four diets, each one with seven replicates, in a completely randomized design. Each experimental unit had 33 birds. The diets were: control – corn and soybean meal- based rations; enzymes – rations added with enzymes (protease, xylanase and amylase); betaine – rations added with natural betaine; enzymes + betaine – rations added with enzymes and betaine. In the period from 1 to 7 days, the addition of enzymes or betaine into the rations did not influence performance traits. In the period from 1 to 21 days of age, birds fed diets with enzymes + betaine showed lower average feed intake when compared to those diets only with enzymes. However, average weight gain and feed conversion were similar. Diets with enzyme or betaine did not influence performance of the birds compared to control diet. Likewise, in the period from 1 to 35 days, performance of the birds fed diets with enzymes and betaine was similar to the control group. At 41 days of age, broilers fed diets with enzyme or betaine showed performance similar to the control group, so, the additives used had the expected effects. However, combination of the additives did not show the same efficiency. There was no significant influence of diets in the feed cost. Among the evaluated additives, only enzyme and betaine do not affect performance of the birds.

Key Words: additive, nutrition, performance

## Introdução

O melhoramento genético tem proporcionado aos frangos de corte maior ganho de peso, melhor rendimento de carcaça e eficiência alimentar num menor período de criação. Porém, a melhora destes índices produtivos levou a exigência de um maior aporte nutricional, principalmente em energia e proteína. Além disso, mediante as altas densidades e práticas de manejo mais intensivas, houve o aumento de incidência da coccidiose, doença parasitária comum nos aviários que ocasionam significativas perdas produtivas. Assim, a utilização de aditivos, como as enzimas exógenas e a betaína, tem estado em evidência a fim de melhorar o desempenho das aves e, possivelmente, reduzir o custo final das rações.

Pelas características que lhes são conferidas, as enzimas exógenas vêm sendo estudadas a fim de melhorar a qualidade nutricional dos grãos com a degradação dos polissacarídeos estruturais e possibilitar a diminuição dos níveis nutricionais da ração com possíveis vantagens econômicas. Segundo Wyatt & Bedford (1998), existem duas abordagens econômicas ao considerar a incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas. Uma aplicação mais simples e provavelmente mais prática, chamada de *over the top* (por cima) com intuito de melhorar o desempenho de forma mais econômica, consiste em adicionar enzimas em uma formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais. A segunda alternativa seria alterar a formulação da ração reduzindo os nutrientes e adicionando enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta-padrão, visando o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais normais.

Um dos interesses na utilização da betaína em dietas de frango de corte tem sido despertado em razão da função que esta apresenta como osmólito orgânico. A betaína é capaz de estabilizar a função metabólica das células sob diferentes condições de estresse a um baixo custo energético, sendo as suas propriedades osmoprotetoras relacionadas à sua característica bipolar e alta solubilidade em água. Além disso, a betaína é considerada fonte doadora de grupos metil, uma vez que pode contribuir para a síntese de reações metabólicas, desde a metilação de DNA, RNA e membranas celulares lipídicas até a síntese de metionina, carnitina e creatina.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de complexo enzimático composto por protease, xilanase e amilase, associado ou não a betaína, em rações para frangos de corte sobre o desempenho dessas aves e a análise econômica da produção.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado em galpão comercial de integração do Setor de Melhoramento Genético de Aves, Fazenda Sertãozinho, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, São Paulo, utilizando-se 924 pintos machos da linhagem comercial Cobb 500, com peso médio inicial de 45,8 g criados desde a data do alojamento até a idade de abate (41 dias de idade). As aves foram mantidas sob iluminação constante até 18 dias de idade e, devido ao aumento da mortalidade no lote de integração, a partir desta idade, ajustou-se o fornecimento de luz artificial para os seguintes horários: 20h a 21h15; 00h a 1h15; e 04h00 a 5h15.

O galpão possuía cobertura de telha de fibrocimento e forro de rafia. As aves foram distribuídas em 28 boxes móveis, construídos em estrutura tubular metálica com as laterais fechadas por tela. A distribuição dos boxes foi realizada em quatro fileiras com sete boxes no sentido longitudinal do galpão. Cada box possui área de 3 m<sup>2</sup> (2 m × 1,5 m) e 0,70 m de altura e foi equipado na fase pré-inicial (1 a 7 dias) com bebedouro do tipo copo de pressão e comedouro infantil e, nas demais fases de criação (inicial, de 7 a 21 dias; crescimento, de 21 a 35 dias; e final, de 35 a 41 dias) com bebedouro do tipo pendular e comedouro tubular com capacidade para 25 kg de ração.

Durante o período experimental, foram utilizadas quatro rações, formuladas de modo a satisfazer às necessidades nutricionais diárias das aves em cada fase. Para as fases de crescimento e final, a composição energética do milho nas rações com o complexo enzimático foi supervalorizada em 140 kcal, ou seja, considerou-se que 1 kg de milho disponibilizaria 140 kcal EMAn a mais, reduzindo a inclusão de óleo na composição da ração. Por outro lado, para as fases inicial, de crescimento e final, nas rações com betaína, fez-se a retirada total da colina e de 25% da metionina adicional, uma vez que a betaína compensa esses dois aminoácidos. Nesse sentido, as dietas foram: controle - ração à base de milho e farelo de soja; enzimas - ração acrescida de complexo enzimático constituído de amilase, protease e xilanase; betaína - ração acrescida de betaína; enzimas + betaína - ração acrescida de complexo enzimático constituído de amilase, protease e xilanase e betaína.

Durante todo o período experimental, os animais receberam as dietas na forma física farelada e água à vontade. As dietas experimentais (Tabelas 1 e 2) foram formuladas de acordo com recomendações comerciais. O produto comercial utilizado para fornecer enzimas às dietas com enzimas e com enzimas + betaína é a combinação de

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais nas fases pré-inicial e inicial

Ingrediente, %	Fase pré-inicial (1 a 7 dias)				Fase inicial (7 a 21 dias)			
	Controle	Enzimas	Betaina	Enzimas+ betaina	Controle	Enzimas	Betaina	Enzimas+ betaina
Milho grão	53,773	53,674	53,573	53,470	56,346	56,245	56,303	56,202
Farelo de soja 46	40,219	40,236	40,253	40,269	36,651	36,668	36,685	36,702
Óleo de soja	1,911	1,946	1,980	2,015	3,039	3,073	3,108	3,142
Fosfato bicálcico	1,917	1,917	1,917	1,918	1,899	1,899	1,900	1,900
Calcário calcítico	0,974	0,974	0,974	0,974	0,981	0,981	0,981	0,981
Sal refinado	0,466	0,466	0,466	0,467	0,415	0,415	0,415	0,415
DL-metionina (98%)	0,333	0,334	0,334	0,334	0,314	0,314	0,198	0,198
L-lisina.HCl (78%)	0,129	0,128	0,128	0,128	0,113	0,113	0,113	0,113
Cloreto de colina (60%)	0,048	0,048	0,048	0,048	0,045	0,045	-	-
L-treonina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,026	0,026	0,026	0,026
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,110	0,110	0,110	0,110	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Betaina <sup>3</sup>	-	-	0,100	0,100	-	-	0,100	0,100
Enzimas <sup>4</sup>	-	0,050	-	0,050	-	0,050	-	0,050
Agente anticoccidiano <sup>5</sup>	0,011	0,011	0,011	0,011	0,005	0,005	0,005	0,005
Antioxidante <sup>6</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Promotor de crescimento <sup>7</sup>	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Nutricional calculado								
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	21,50	21,50	21,40	21,40
Metionina+cistina digestível (%)	0,947	0,947	0,947	0,947	0,898	0,897	0,784	0,784
Metionina digestível (%)	0,624	0,624	0,624	0,624	0,606	0,606	0,492	0,491
Lisina digestível (%)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,150	1,150	1,150	1,150
Treonina digestível (%)	0,787	0,787	0,788	0,787	0,724	0,725	0,725	0,725
Colina (mg/kg)	1.700	1.700	1.700	1.700	1.600	1.600	1.363	1.362
Fósforo disponível (%)	0,460	0,460	0,460	0,460	0,664	0,664	0,664	0,664
Cálcio (%)	0,960	0,960	0,960	0,960	0,925	0,925	0,925	0,925

<sup>1</sup> Quantidade por kg de ração: ácido fólico - 1,1 mg; ácido pantotênico - 16,5 mg; antioxidante - 5,5 g; biotina - 0,066 mg; niacina - 44 mg; selênio - 0,33 mg; vit. A - 8.800 UI; vit. D<sub>3</sub> - 2.200 UI; vit. E - 16,5 mg; vit. K<sub>3</sub> - 1,98 mg; vit. B<sub>1</sub> - 1,98 UI; vit. B<sub>2</sub> - 6,6 mg; vit. B<sub>6</sub> - 3,08 mg; vit. B<sub>12</sub> - 13,2 µg.

<sup>2</sup> Quantidade por kg de ração: manganês - 75 mg; zinco - 70 mg; ferro - 50 mg; cobre - 8 mg; iodo - 0,75 mg.

<sup>3</sup> Betafin S1®.

<sup>4</sup> Avizyme 1502®.

<sup>5</sup> Nicarbazina (100%), 0,11g/kg.

<sup>6</sup> Etoxiqum pó (66,6%), 0,1g/kg.

<sup>7</sup> Virginiamicina, 0,04 g/kg; Halquinol (98%), 0,05/kg.

amilase (800.000 U/kg) para utilizar o amido como substrato, protease (8.000.000 U/kg) para utilizar as proteínas e xilanase (600.000 U/kg) para utilizar as fibras. Para as quatro fases de criação (pré-inicial, inicial, crescimento e final), a recomendação de uso foi de 0,5 kg de complexo enzimático/tonelada de ração, sendo “over the top” nas fases pré-inicial e inicial (adição de enzimas na ração controle) e com a supervalorização da composição energética do milho nas fases de crescimento e final.

O produto comercial utilizado para fornecer betaina às rações continha (96% de pureza), que é à base de betaina extraída da beterraba açucareira. A recomendação de uso foi de 1 kg/t de ração nas fases pré-inicial e inicial e 0,75 kg/t nas fases de crescimento e final, sendo “over the top” apenas na fase pré-inicial e substituindo parte

de metionina e totalmente a colina nas demais fases (inicial, crescimento e final).

Aos 7, 21, 35 e 41 dias de idade, as aves e as sobras de ração foram pesadas para avaliação do consumo de ração, do peso vivo, do ganho de peso e da conversão alimentar. Também foram calculadas a viabilidade criatória, o custo e o fator de produção.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso composto por quatro rações distintas e sete repetições, com 33 aves por unidade experimental (boxe). As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Model) do SAS (Statistical Analysis System, 2001) e, no caso de diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais nas fases de crescimento e final

Ingrediente, %	Fase de crescimento (21 a 35 dias)				Fase final (35 a 41 dias)			
	Controle	Enzimas	Betaína	Enzimas+ betaína	Controle	Enzimas	Betaína	Enzimas+ betaína
Milho grão	60,898	-	60,842	-	63,288	-	63,205	-
Milho valorizado 140 kcal/kg	-	62,819	-	62,755	-	65,288	-	65,196
Farelo de soja 46	30,124	29,804	30,149	29,830	27,778	27,446	27,803	27,472
Óleo de soja	4,968	3,314	5,019	3,370	5,186	3,466	5,238	3,522
Fosfato bicálcico	1,799	1,797	1,800	1,797	1,708	1,705	1,708	1,706
Calcário calcítico	0,842	0,844	0,842	0,844	0,861	0,862	0,860	0,862
Sal refinado	0,419	0,418	0,419	0,418	0,420	0,420	0,420	0,420
DL-metionina (98%)	0,340	0,338	0,300	0,300	0,289	0,287	0,268	0,268
L-lisina.HCl (78%)	0,243	0,249	0,243	0,249	0,201	0,207	0,200	0,206
Cloreto de colina (60%)	0,056	0,055	-	-	0,046	0,046	-	-
L-treonina	0,090	0,091	0,090	0,091	0,063	0,063	0,063	0,063
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Betaína <sup>3</sup>	-	-	0,075	0,075	-	-	0,075	0,075
Enzimas <sup>4</sup>	-	0,050	-	0,050	-	0,050	-	0,050
Agente anticoccidiano <sup>5</sup>	0,055	0,055	0,055	0,055	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante <sup>6</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	-	-	-	-
Promotor de crescimento <sup>7</sup>	0,006	0,006	0,006	0,006	-	-	-	-
Composição nutricional calculada								
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.270	3.270	3.270	3.270
Proteína bruta (%)	19,00	19,00	18,90	18,90	18,00	18,00	17,99	17,99
Metionina+cistina digestível (%)	0,865	0,867	0,827	0,830	0,798	0,800	0,783	0,780
Metionina digestível (%)	0,600	0,599	0,560	0,561	0,539	0,538	0,518	0,519
Lisina digestível (%)	1,090	1,090	1,090	1,090	1,000	1,000	1,000	1,000
Treonina digestível (%)	0,698	0,698	0,698	0,698	0,640	0,640	0,640	0,640
Colina (mg/kg)	1.500	1.500	1.207	1.210	1.400	1.400	1.156	1.159
Fósforo disponível (%)	0,420	0,420	0,420	0,420	0,400	0,400	0,400	0,400
Cálcio (%)	0,860	0,860	0,860	0,860	0,840	0,840	0,840	0,840

<sup>1</sup> Quantidade por kg de ração: ácido fólico - 1 mg; ácido pantotênico - 15 mg; antioxidante - 0,05 mg; biotina - 0,06 mg; niacina - 40 mg; selênio - 0,3 mg; vit. A - 8.000 UI; vit. D3 - 2.000 UI; vit. E - 15 UI; vit. K3 - 1,8 mg; vit. B1 - 1,8 mg; vit. B2 - 6 mg; vit. B6 - 2,8 mg; vit. B12 - 12 µg.

<sup>2</sup> Quantidade por kg de ração: manganês - 75 mg; zinco - 70 mg; ferro - 50 mg; cobre - 8 mg; iodo - 0,75 mg.

<sup>3</sup> Betafin S1®.

<sup>4</sup> Avizyme 1502®.

<sup>5</sup> Nicarbazina (100%), 0,05 g/kg.

<sup>6</sup> Etóxiquim pó (66,6%), 0,1 g/kg.

<sup>7</sup> Virginiamicina, 0,04 g/kg; Halquinol (98%), 0,05 g/kg.

## Resultados e Discussão

No período de 1 a 7 dias (Tabela 3), em que betaína e enzimas foram incorporadas à ração “over the top”, não se detectou diferença ( $P>0,05$ ) nas variáveis analisadas. Entretanto, em outro estudo com frangos de corte sob suplementação com enzima amilase, foram observados maior ganho diário de peso ( $P<0,05$ ) e melhor conversão alimentar ( $P<0,05$ ) (Gracia et al., 2003).

No período de 1 a 21 dias de idade (Tabela 3), em que enzimas foram incorporadas na ração de modo “over the top”, o consumo médio de ração ( $P<0,05$ ) observado com o fornecimento das rações com enzimas+betaína foi menor que o obtido com aquela contendo apenas enzimas, porém esse consumo mais reduzido não afetou o ganho médio de peso ( $P>0,05$ ) nem a conversão alimentar ( $P>0,05$ ). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) no desempenho dos frangos de

corte sob suplementação com complexo enzimático (amilase, protease e xilanase).

Resultados semelhantes foram encontrados por Fischer et al. (2002), que estudaram rações à base de milho e farelo de soja com níveis de energia, proteína e aminoácidos superestimados em 5%, com e sem enzimas (protease, amilase e celulase), não notaram melhora no desempenho ( $P>0,05$ ) de frangos de corte. Em outro estudo, realizado por Brum et al. (2005), a adição de enzimas em rações à base de milho e farelo de soja para frangos de corte não ocasionou diferenças ( $P>0,05$ ) no consumo de ração, no peso médio e no ganho de peso dos animais. Esses mesmos autores relataram que os níveis de superestimação da EMAN do farelo de soja (3, 5, 7 e 9%) tiveram efeito linear ( $P<0,05$ ) na conversão alimentar de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Neste estudo, não foi detectada diferença ( $P>0,05$ ) no desempenho dos frangos de corte alimentados com rações contendo betaina. Diferentemente desse resultado, Teixeira et al. (2006), estudando níveis de inclusão de betaina (0,00; 0,05; 0,10 e 0,15%) em rações para frangos de corte inoculados com *Eimeria acervulina* aos 21 dias, relataram que as aves que receberam 0,10% de betaina apresentaram menor consumo de ração ( $P<0,05$ ), porém essa redução no consumo não afetou o ganho de peso nem a conversão alimentar ( $P>0,05$ ). Entretanto, em frangos de corte criados em baterias metálicas de 1 a 21 dias de idade inoculados aos 14 dias com uma mistura de *E. acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella*, a adição de 0,15% de betaina contribuiu para a melhora do peso vivo ( $P<0,05$ ) e da conversão alimentar ( $P<0,05$ ) (Augustine et al., 1997).

No período de 1 a 35 dias de idade (Tabela 3), quando a suplementação de enzimas foi feita considerando a supervalorização da composição energética do milho a partir do 21º dia de experimento (de 21 a 35 dias), e de betaina com a substituição total e parcial, respectivamente, de colina e metionina, as aves recebendo as rações com enzimas ou betaina tiveram desempenho semelhante ao controle ( $P>0,05$ ).

Esse resultado pode ser interpretado como positivo, uma vez que a ração de crescimento com enzimas continha 1,65% de óleo a menos e cerca de 2% de milho a mais em comparação à ração controle. Com base nos valores de EMAn do milho, farelo de soja 45 e óleo constantes das Tabelas Brasileiras (Rostagno et al., 2005), essa alteração na composição da ração com enzimas da fase de crescimento ocasionou redução de 90 kcal EMAn/kg. Desta forma, pode-se supor que essa diferença energética foi suprida pela suplementação enzimática. Entretanto, é possível que a liberação de energia do milho não tenha atingido plenamente o valor previsto (140 kcal/kg), uma vez que a conversão alimentar no período de 1 a 35 dias passou de cerca de 1,60 (ração controle) para 1,63 (ração enzimas) ( $P>0,05$ ).

Na ração com betaina na fase de crescimento, a quantidade de betaina foi de 750 g/tonelada e entrou na formulação substituindo parcialmente a suplementação de metionina (3,410 kg/t) e totalmente o cloreto de colina 60 (560 g/t). O ganho médio de peso aos 35 dias foi cerca de 40 g menor que o do grupo controle, embora a diferença não tenha sido significativa ( $P>0,05$ ). Considerando que não houve diferença ( $P>0,05$ ) no desempenho aos 35 dias das

Tabela 3 - Peso médio e viabilidade criatória aos 7, 21, 35 e 41 dias, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de 1 a 7, 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 41 dias de idade

Variável <sup>1</sup>	Período de 1 a 7 dias idade				CV (%)
	Controle	Enzimas	Betaina	Enzimas + betaina	
Peso médio (kg)	0,190	0,188	0,184	0,189	2,65
Consumo de ração (kg)	0,153	0,156	0,154	0,157	3,75
Ganho de peso (kg)	0,143	0,142	0,138	0,143	3,44
Conversão alimentar	1,064	1,098	1,115	1,098	3,89
Viabilidade criatória (%)	100	100	100	99,57	0,57
	Período de 1 a 21 dias idade				
Peso médio (kg)	0,934	0,932	0,923	0,910	2,29
Consumo de ração (kg)	1,274ab	1,303a	1,278ab	1,232b	2,68
Ganho de peso (kg)	0,889	0,886	0,872	0,864	2,53
Conversão alimentar	1,434	1,471	1,466	1,442	3,60
Viabilidade criatória (%)	99,13	99,13	100	98,27	1,83
	Período de 1 a 35 dias idade				
Peso médio (kg)	2,258a	2,236a	2,225a	2,108b	1,75
Consumo de ração (kg)	3,539a	3,570a	3,506a	3,392b	1,74
Ganho de peso (kg)	2,212a	2,190a	2,173a	2,061b	1,83
Conversão alimentar	1,599b	1,630ab	1,613ab	1,644a	1,44
Viabilidade criatória (%)	98,26	96,52	98,26	96,53	2,78
	Período de 1 a 41 dias idade				
Peso médio (kg)	2,872a	2,869a	2,891a	2,767b	1,50
Consumo de ração (kg)	4,760a	4,823a	4,726ab	4,617b	1,58
Ganho de peso (kg)	2,825a	2,822a	2,831a	2,717b	1,55
Conversão alimentar	1,685ab	1,709a	1,670b	1,699ab	1,25
Viabilidade criatória (%)	97,40	98,10	95,67	95,67	3,38
Fator de produção <sup>2</sup>	398,46a	385,34ab	397,61a	373,43b	4,16

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem ( $P<0,05$ ) pelo teste Tukey.

<sup>2</sup> Fator de produção para o período total de experimentação (1 a 41 dias de idade).

CV - Coeficiente de variação.

aves alimentadas com as dietas enzimas e betaína, não há uma justificativa plausível para o menor consumo médio de ração e ganho médio de peso ( $P<0,05$ ) das aves que se alimentaram de rações com enzimas + betaína.

No período total de 41 dias (Tabela 3), os frangos de corte que receberam rações formuladas com enzimas ou betaína tiveram desempenho muito próximo ao das aves que receberam a ração controle e isso indica que as substituições tiveram o efeito desejado.

Os frangos que se alimentaram da dieta enzimas+betaína tiveram recuperação satisfatória da conversão alimentar ( $P>0,05$ ), porém, não ocorreu equiparação dos resultados, persistindo o menor peso médio, ganho médio de peso e consumo médio de ração ( $P<0,05$ ) em relação ao controle. Ressalta-se que, na última semana do experimento, 35 a 41 dias, os animais que se alimentaram das dietas com betaína apresentaram elevado ganho médio de peso, que foi de 658 g para a ração com apenas betaína e 656 g para aquela com enzimas+betaína, equivalente a cerca de 7,3 e 7,0% a mais de ganho de peso do grupo controle, que foi de 613 g neste período. Esse valor corresponde a ganho de peso 102 g/dia, indicando que as aves do grupo controle tiveram, nessa fase, crescimento maior que o previsto para a linhagem Cobb 500, que é de 97,7 g para frangos machos. Portanto, pode-se sugerir que a dieta controle continha os níveis nutricionais adequados para atender às exigências dos animais.

A suplementação de betaína nessas duas dietas (betaína e enzimas + betaína) pode ter beneficiado os frangos nas condições comerciais de criação aplicadas neste estudo, os quais, na última semana, podem ter sido expostos a desafio de coccidiose após a retirada do agente anticoccidiano da dieta. Possivelmente, os animais que se alimentaram com rações contendo betaína foram favorecidos pela capacidade dessa substância de agir como um osmólito, mantendo a integridade da mucosa intestinal e dos vilos, melhorando a digestibilidade e a capacidade de absorção dos nutrientes, conforme os resultados descritos por Teixeira et al. (2006). Assim, a suplementação com betaína pode ter reduzido indiretamente o suprimento nutricional à microflora gastrointestinal, proporcionando boas condições ao animal durante o desafio de coccidiose.

Em estudo realizado por Teixeira et al. (2006), frangos inoculados com *Eimeria acervulina* que receberam rações contendo betaína nos níveis de 0,10 e 0,15% não apresentaram diferença no ganho de peso ( $P>0,05$ ) em relação ao controle positivo, que foram tratados com promotor de crescimento - penicilina G potássica e com coccidiostático – salinomici, embora a conversão alimentar tenha piorado ( $P<0,05$ ). Esse autor relatou tendência de

aumento no ganho de peso dos frangos à medida que se adicionou betaína na dieta. Waldenstedt et al. (1999) descreveram que a adição de 0,10% de betaína aumentou significativamente ( $P<0,05$ ) o peso vivo das aves com coccidiose em 5,7; 5,4 e 5,6% aos 22, 29 e 36 dias de idade, respectivamente, em comparação às aves sem a suplementação deste aditivo. Augustine et al. (1997), por sua vez, observaram maior peso vivo ( $P<0,05$ ) quando frangos de corte tiveram a inclusão de 0,15% de betaína na ração durante o período de 1 a 45 dias de idade.

Essas respostas positivas nas variáveis analisadas podem ser justificadas pela presença dos aditivos nas rações e suas ações no trato digestório das aves. Nas dietas com enzimas, as enzimas foram adicionadas à ração com déficit energético, as enzimas exógenas podem ter diminuído os fatores antinutricionais presentes nos ingredientes e também favorecido no aumento da disponibilidade de glicose e proteínas. Dessa maneira, indiretamente, a saúde dos animais pode ter sido beneficiada, resultante de uma menor variabilidade no processo digestivo e máximo aproveitamento dos nutrientes (Fernandes, 2005).

De modo geral, no período total até 41 dias de idade, os frangos submetidos à criação experimental apresentaram excelentes resultados criatórios comparando com as demais aves do aviário, as quais receberam dietas comerciais da empresa de integração. Comparativamente aos resultados do lote da integração, o grupo de aves pertencentes a enzimas+betaína, que foi o menos satisfatório, apresentou semelhança em algumas variáveis como o peso médio final, ganho médio diário de peso e conversão alimentar (2,767 kg, 67,5 g e 1,699, respectivamente), sendo os valores da integração de 2,757 kg, 67,0 g e 1,735. Para o fator de produção e viabilidade criatória (373 e 95,67%) os resultados foram ligeiramente superiores aos da integração (366 e 94,47%, respectivamente).

Para as dietas controle, enzimas, betaína e enzimas+betaína, o fator de produção foi calculado pelo resultado da multiplicação do ganho médio diário de peso (g) com a viabilidade criatória (%) e dividido pelo resultado da multiplicação da conversão alimentar por dez. Neste sentido, decorrente do bom desempenho durante os períodos de criação, tanto as aves que receberam rações acrescidas apenas de enzimas quanto as que receberam rações com apenas betaína não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) para o fator de produção quando comparados com o controle, porém, este diferiu ( $P<0,05$ ) das que receberam enzimas + betaína.

A viabilidade das aves criadas nas condições de aviário comercial não foi prejudicada pelas dietas, com média próxima de 97%.

Os coeficientes de variação obtidos ao longo do período experimental e, especialmente no período total, para as variáveis analisadas foram bastante baixos; os valores próximos a 1,5% obtidos para ganho médio de peso, consumo médio de ração e conversão alimentar no período total evidenciam baixo erro experimental, decorrente de cuidados na condução do experimento.

A análise do custo da alimentação por kg de ave (Tabela 4) foi realizada pela multiplicação do custo do kg da ração pelo consumo médio de ração por ave em cada fase (pré-inicial, inicial, crescimento e final) e possibilitou encontrar o valor do custo da ração por ave, que foi dividido pelo peso médio final das aves de cada unidade experimental.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as rações para o custo da alimentação. A ração enzimas+betaína apresentou custo 1,4% inferior ( $P>0,05$ ) ao da ração controle, porém não se equiparou ao desempenho proporcionado pela ração controle.

Tabela 4 - Análise do custo da alimentação nas fases pré-inicial, inicial, de crescimento e final

Custo da ração (R\$/kg)	Dieta				CV (%)
	Controle	Enzimas	Betaína	Enzimas + betaína	
Pré-inicial	0,493	0,499	0,502	0,509	-
Inicial	0,500	0,507	0,500	0,507	-
Crescimento	0,533	0,510	0,536	0,514	-
Final	0,517	0,494	0,521	0,498	-
Custo da alimentação (R\$/kg)	0,870	0,864	0,873	0,858	1,97

CV - Coeficiente de variação

## Conclusões

A suplementação das rações com Enzimas (amilase, protease e xilanase) ou com betaína resulta em desempenho semelhante ao das aves que receberam a ração Controle, quando os frangos de corte foram criados em condições de aviário comercial. Porém, a associação entre os aditivos não se constitui uma alternativa satisfatória para melhorar o desempenho das aves por resultar em menor peso médio, consumo de ração e ganho de peso além do fator de produção ( $P<0,05$ ).

## Agradecimentos

Às empresas Danisco Brasil Ltda., pelo apoio financeiro, Btech Tecnologias Pecuárias e Comércios Ltda., pelo fornecimento da betaína natural Betafin S1, Nutron Alimentos Ltda. pelo fornecimento do complexo enzimático Avizyme® 1502 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

## Referências

- AUGUSTINE, P.C.; McNAUGHTON, J.L.; VIRTANEN, E.; ROSI, L. Effect of betaine on the growth performance of chicks inoculated with mixed cultures of avian *Eimeria* species and on invasion and development of *Eimeria tenella* and *Eimeria acervulina* in vitro and in vivo. **Poultry Science**, v.76, p.802-809, 1997.
- BRUM, P.R.; LIMA, G.J.M.M.; COLDEBELLA, A. et al. Efeito da suplementação de enzimas à base de milho e farelo de soja sobre os valores de energia metabolizável e o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005 (CD-ROM).
- FERNANDES, E.A. **Avaliação da suplementação de enzimas exógenas na nutrição de frangos de corte**. 2005. 85f. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- GRACIA, M.I.; ARANÍBAR, M.J.; LÁZARO, R.  $\alpha$ -Amilase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-442, 2003.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. **User's guide statistics**. Cary, 2001. 155p.
- TEIXEIRA, M.; NIANG, T.M.S.; GOMES, A.V.C. et al. Efeito do uso da betaína na biologia e morfologia dos estádios evolutivos de *Eimeria acervulina* em frangos de corte infectados experimentalmente com oocistos esporulados. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.15, n.4, p.193-198, 2006.
- WALDENSTEDT, L.; ELWINGER, K.; THEBO, P. et al. Effect of betaine supplement on broiler performance during an experimental coccidial infection. **Poultry Science**, v.78, p.182-189, 1999.
- WYATT, C.L.; BEDFORD, M. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: Recentes processos no desenvolvimento e aplicação prática. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FINNFEEDS, 1998. p.2-12.