



Forma física, suplementação enzimática e nível nutricional de rações para frangos de corte na fase inicial: desempenho e digestibilidade dos nutrientes¹

Luiz Eduardo Avelar Pucci², Paulo Borges Rodrigues³, Antônio Gilberto Bertechini³,
Germano Augusto Jerônimo do Nascimento⁴, Renato Ribeiro de Lima⁵,
Leonardo Rafael da Silva⁶

¹ Projeto financiado pela FAPEMIG.

² Pós-graduação em Zootecnia – UFLA, Lavras, MG. Bolsista do CNPq.

³ Departamento de Zootecnia – UFLA, Lavras, MG. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

⁴ Escola Agrotécnica – UFRR, Boa Vista, RR.

⁵ Departamento de Ciências Exatas – UFLA, Lavras, MG.

⁶ Graduação em Zootecnia – UFLA, Lavras, MG.

RESUMO - Foram conduzidos dois experimentos, utilizando um total de 1.440 frangos de corte machos de 8 a 21 dias de idade, para avaliar a forma física da ração, o uso de enzimas e os níveis nutricionais em dietas à base de milho e farelo de soja. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, com duas formas físicas de ração (farelada ou triturada); sem ou com complexo enzimático (amilase, celulase e protease) e dois níveis nutricionais (95 ou 100% das recomendações). No experimento 1, 1.200 aves foram distribuídas nos oito tratamentos, com cinco repetições de 30 aves cada, para avaliação de consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar. Simultaneamente, realizou-se o experimento 2 (ensaio de metabolismo), no qual 240 aves receberam os tratamentos experimentais, com seis repetições de cinco aves cada. Aos 18 dias de idade, iniciou-se a coleta total de excretas, realizada uma vez ao dia, por três dias consecutivos, para determinação da energia metabolizável (EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo das rações experimentais. A forma física da ração e o nível nutricional influenciaram o consumo de ração das aves, mas não o ganho de peso. Houve interação nível nutricional \times forma física da ração para EMAn e metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta. A forma física melhora a energia e o CMMS enquanto as enzimas influenciam a metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta. Com exceção do CMPB, as demais características são influenciadas pelo nível nutricional da dieta.

Palavras-chave: complexo enzimático, desempenho, metabolismo, peletização

Physical form, enzymatic supplementation and nutritional levels of diet for broilers chickens in the initial phase - performance and nutrients digestibility

ABSTRACT - A total of 1440 male broiler chickens from 8 to 21 days old was assigned to two experiments to evaluate the physical form of diet, use of enzymes and nutritional levels of corn-soybean meal based diets. A completely randomized design as a $2 \times 2 \times 2$ factorial scheme, two physical forms of diet (meal or crushed), with or without enzymatic complex (amylase, cellulase and protease) and two nutritional levels (95 or 100% of the recommendations), was used. In the experiment 1, 1200 birds were assigned to the eight treatments with five replicates of 30 chickens each, to evaluate the feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC). The experiment 2 was carried out simultaneously with the metabolism assay, when 240 birds were allotted to eight experimental treatments with six replicates of five birds each. The total excreta collection started at 18 days of age, once a day for three consecutive days, to determine the metabolizable energy (AMEn) and the metabolizability coefficients of dry matter (MCDM), crude protein (MCCP) and ether extract of the experimental diets. The dietary physical form and nutritional level affected feed intake, but not weight gain. Dietary nutritional level \times physical form interaction on AMEn and metabolizability of the dry matter and crude protein was also observed. The physical form improves energy and MCDM while the enzymes influence the metabolizability of dry matter and crude protein. Except for MCCP, the other characteristics are influenced by the dietary nutritional level.

Key Words: enzymatic complex, metabolism, pelleting, performance

Introdução

A produção de frangos de corte representa grande importância para a economia brasileira como gerador de emprego e renda. Nos últimos anos a indústria avícola tem apresentado grandes avanços no aspecto produtivo, associados principalmente ao melhoramento genético e ao avanço do conhecimento nas áreas de sanidade, manejo e nutrição. Assim, os nutricionistas têm se empenhado em buscar soluções para atender às exigências nutricionais das aves, que, devido ao rápido crescimento e à consequente redução no tempo ao abate, passaram a exigir alimentos de melhor qualidade.

O processamento das rações, como peletização, extrusão e expansão, juntamente com a utilização de complexos de enzimas exógenas, é considerada uma técnica que visa aumentar a digestibilidade dos nutrientes pelas aves. Nesse contexto, as enzimas exógenas têm sido incorporadas às rações dos animais com o propósito de melhorar a utilização dos nutrientes pouco disponíveis e proporcionar melhor desempenho às aves e, com isso, aumentar a rentabilidade no sistema de produção (Leite et al., 2008).

Todavia, existem alguns fatores limitantes para a adição de enzimas em rações processadas, como as peletizadas, que envolvem temperatura, umidade, tempo, vapor e pressão no processo, que podem comprometer, pela desnaturação das enzimas, a disponibilidade e a utilização dos nutrientes da ração pelas aves (Francesch, 1996). Assim, nas condições práticas, deve-se considerar o vapor usado com temperatura durante o processo de peletização em rações contendo enzimas exógenas, uma vez que as enzimas são proteínas e podem ser inativadas pelo calor (Jensen, 1998).

Dessa forma, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da forma física da ração, suplementada ou não com complexo enzimático e com níveis nutricionais normais ou reduzidos, sobre o desempenho, os valores energéticos das rações e a digestibilidade dos nutrientes de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (DZO/UFLA) em Lavras, Minas Gerais, no período de 30/11/2007 a 21/12/2007. Utilizou-se um total de 1.440 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500: sendo 1.200 no ensaio de desempenho e 240 no ensaio de metabolismo. As aves foram criadas até 7 dias de idade com uma ração inicial com milho e farelo de soja como

ingredientes básicos, formulada de acordo com as exigências nutricionais descritas por Rostagno et al. (2005). Após essa fase, as aves foram pesadas e distribuídas aleatoriamente em um galpão de alvenaria com 60 boxes de 3,0 m², com piso de cimento coberto com maravalha de madeira. Cada box continha um comedouro tubular, um bebedouro pendular e uma lâmpada incandescente de 150 W como fonte de aquecimento. Durante esse período, as aves receberam água e ração à vontade.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, com duas formas físicas (farelada ou triturada, peletizada e posteriormente moída), com a adição ou não de enzimas (sem enzimas e com enzimas, complexo enzimático Allzyme Vegpro® - 0,5 kg/t, contendo amilase, celulase e protease) e com dois níveis nutricionais (95 e 100% das exigências recomendadas por Rostagno et al., 2005).

Todas as rações experimentais (fareladas e peletizadas) foram preparadas e processadas na indústria de rações Total Alimentos S.A., na cidade de Três Corações, Minas Gerais. Após este processo, as rações peletizadas foram

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais utilizadas de 8 a 21 dias de idade

Ingrediente (%)	Nível nutricional ¹			
	95% das exigências		100% das exigências	
	Sem enzima	Com enzima	Sem enzima	Com enzima
Milho	60,00	60,00	60,40	60,40
Farelo de soja	31,80	31,80	33,80	33,80
Óleo de soja	1,00	1,00	2,00	2,00
Fosfato bicálcico	1,80	1,80	1,78	1,78
Calcário	0,85	0,85	0,85	0,85
Sal comum	0,41	0,41	0,40	0,40
DL-metionina 99%	0,22	0,22	0,24	0,24
L-lisina HCL 99%	0,20	0,20	0,21	0,21
Caulim	3,60	3,55	0,20	0,15
Complexo enzimático ²	—	0,05	—	0,05
Suplemento mineral ³	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento vitamínico ⁴	0,05	0,05	0,05	0,05
Salinomicina	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.852		3.000	
Proteína bruta (%) ⁵	19,74		20,71	
Proteína bruta (%) ⁶	19,11		20,06	
Cálcio (%)	0,88		0,88	
Fósforo disponível (%)	0,44		0,44	

¹ De acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

² De acordo com as recomendações do fabricante: 0,5 kg/t.

³ Enriquecimento por kg de ração: 3,0 mg Cu; 0,4 mg I; 20,0 mg Fe; 40,0 mg Zn; 0,4 mg Mn; 0,1 mg Se.

⁴ Enriquecimento por kg de ração: 11.500,0 UI vit. A; 2.600,0 UI vit. D3; 13,0 mg vit. E; 1,5 mg vit. K; 6,0 mg riboflavina; 1,0 mg tiamina; 2,4 mg pantotenato de cálcio; 27,0 mg niacina; 3,5 mg piridoxina; 0,5 mg biotina; 290,0 mg colina; 0,6 mg ácido fólico; 125,0 BHT (antioxidante).

⁵ Calculados de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

⁶ Determinados no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA.

trituradas (tritador tipo martelo) na fábrica de rações do DZO/UFLA, buscando-se manter granulometria semelhante à das rações fareladas, cujo diâmetro geométrico médio foi determinado segundo metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996).

No experimento 1 (ensaio de desempenho), os frangos de corte, de 8 a 21 dias de idade, com peso médio inicial de $108,8 \pm 1,4$ g, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, com duas formas físicas de rações (farelada e triturada), sem ou com adição de complexo enzimático (amilase, celulase e protease) e com dois níveis nutricionais (95 e 100%), de modo que cada combinação foi avaliada com cinco repetições de 30 aves.

Aos 21 dias de idade foram realizadas pesagens para avaliação das características de desempenho das aves (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). Simultaneamente ao ensaio de desempenho, realizou-se o experimento 2 (ensaio de metabolismo), com objetivo de avaliar o valor energético das rações experimentais e a metabolizabilidade dos nutrientes. Foram adotados os mesmos procedimentos de manejo do período pré-inicial de 1 a 7 dias de idade, citados no experimento 1. Aos 8 dias de idade, 240 aves com peso médio de $108,8 \pm 1,4$ g, foram transferidas para uma sala de ensaios de metabolismo, e alojadas e distribuídas de forma aleatória em baterias de gaiolas metálicas. Cada gaiola possuía 50 cm de largura \times 50 cm de profundidade \times 50 cm de altura, contendo um comedouro do tipo calha, um bebedouro do tipo pressão e uma bandeja revestida com plástico resistente. A temperatura da sala foi parcialmente controlada com ventiladores e exaustores automáticos e a iluminação constante durante todo o período experimental com 24 horas de luz artificial. Utilizou-se o mesmo delineamento experimental do ensaio de desempenho, de modo que as oito rações experimentais foram fornecidas a seis repetições de cinco aves até os 18 dias de idade e, após este período, foram quantificadas para determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental, em que se iniciou a coleta total de excretas, realizada uma vez ao dia, pela manhã, por três dias consecutivos, conforme indicado por Rodrigues et al. (2005). As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, que foram identificados e armazenados em freezer, até o final da coleta, quando foram pesadas, descongeladas, homogeneizadas e delas retiradas alíquotas de 300 g para as análises laboratoriais, passando por pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante ou por 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo faca com peneira de 2 mm.

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, determinando-se os

teores de matéria seca, energia bruta, nitrogênio e extrato etéreo das excretas e das rações experimentais. Com base nos resultados da energia bruta das rações e das excretas, determinada em bomba calorimétrica modelo Parr – 1261, foram calculados os valores da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN), utilizando-se a equação descrita abaixo por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMAN da ração (kcal/kg)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

em que: EB = energia bruta; BN = balanço de nitrogênio (N) = N ingerido - N excretado.

No cálculo dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{CMMS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}} \times 100;$$

$$\text{CMPB} = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada}}{\text{PB ingerida}} \times 100;$$

$$\text{CMEE} = \frac{\text{EE ingerido} - \text{EE excretado}}{\text{EE ingerido}} \times 100.$$

Nos dois experimentos, as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se *software* SAS® (1995).

Resultados e Discussão

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da forma física da ração nem do uso de enzima sobre o ganho de peso no período de 8 a 21 dias (Tabela 2). No entanto, houve influência ($P < 0,05$) da forma física e do nível nutricional da ração sobre o consumo de ração no período estudado. A conversão alimentar apresentou diferenças ($P < 0,05$) entre a inclusão ou não do complexo enzimático e do nível nutricional, assim como interação forma física da ração \times complexo enzimático ($P < 0,05$).

O consumo de ração pelas aves que receberam as rações trituradas e aquelas com 100% das exigências nutricionais foram 2,96 e 3,80% menores, respectivamente, em comparação àquele observado com o fornecimento das rações fareladas e com 95% das exigências nutricionais. Sabendo-se que as aves regulam seu consumo de alimento pela ingestão de energia, esses resultados comprovam que as rações com 95% das recomendações possivelmente não atenderam às exigências energéticas das aves. Consequentemente, as aves consumiram mais ração para compensar esse baixo valor de energia (EM), o qual foi reduzido em 5%, independentemente da suplementação enzimática. Os resultados encontrados para a forma física corroboram aos obtidos por Silva et al. (2009), que

verificaram maior consumo de ração total e diário em aves alimentadas com ração farelada comparada com o consumo da ração triturada, porém, para poedeiras leves e semipesadas de 5 a 11 semanas de idade. Todavia, são contrários aos obtidos por López et al. (2007) que observaram maior consumo de ração nas aves alimentadas com as rações processadas (peletizadas e peletizadas expandidas) em relação às rações fareladas. Contudo, Nir et al. (1995), McKinney & Teeter (2002) e Greenwood et al. (2004) não detectaram diferenças no consumo quando compararam rações peletizadas e fareladas.

Segundo Silva et al. (2009), o menor consumo de ração entre as aves alimentadas com as dietas peletizadas pode ser justificado pelo efeito glicostático, devido à melhora da digestibilidade do amido da ração, decorrente do efeito do calor durante o processo, o qual rompe organelas, aumentando o aproveitamento dos carboidratos e da proteína. Nota-se ainda que o maior consumo da ração farelada pode estar relacionado ao tamanho das partículas que compõem esta dieta.

Por outro lado, a utilização do complexo enzimático não teve efeito significativo ($P>0,05$) sobre o consumo de ração em nenhuma das comparações, independentemente da forma física da ração e do nível nutricional utilizado, corroborando os resultados obtidos por Camiruaga et al. (2001), Fischer et al. (2002), Conte et al. (2002), Pucci et al. (2003), Yu & Chung (2004) e Juanpere et al. (2005), que não encontraram efeito significativo no consumo de ração quando utilizaram complexo enzimático em rações fareladas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Todavia, Ritz et al. (1995), Garcia et al. (2000) e Brum & Coldebella (2005) verificaram aumento no consumo de ração tanto em dietas fareladas quanto peletizadas, quando estas foram suplementadas com as mesmas enzimas.

Apesar das diferenças no consumo de ração, entre as formas físicas e o nível nutricional das rações, o ganho de peso das aves neste período não foi influenciado ($P>0,05$) pelos fatores estudados. Esses resultados diferem dos

obtidos por Brum et al. (2000), Roll et al. (1999), Vargas et al. (2001) e Souza et al. (2008), que observaram maior ganho de peso quando as aves receberam rações peletizadas ou trituradas. Silva et al. (2009) também encontraram melhor ganho de peso em aves que receberam rações trituradas em comparação a rações fareladas, porém com pintainhas leves e semipesadas de 1 a 4 semanas de idade. Leite et al. (2008), no entanto, observaram maior ganho de peso quando utilizaram rações fareladas e trituradas suplementadas com o mesmo complexo enzimático em relação a rações não-suplementadas. Esse resultado evidencia o efeito positivo das enzimas adicionadas às rações das aves, fato não observado neste trabalho, e que está de acordo com os obtidos por Torres et al. (2003), Rodrigues et al. (2003) e Pucci et al. (2003), que avaliaram o desempenho de aves recebendo rações formuladas com adição de enzimas e não observaram efeito da suplementação enzimática sobre o ganho de peso. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2009), que também não verificou influência do uso de complexo enzimático e redução da energia na ração no ganho de peso das aves.

Na conversão alimentar das aves, a inclusão do complexo enzimático promoveu melhora de 2,94% na conversão alimentar das aves que receberam a ração sem suplementação enzimática ($P<0,05$). No entanto, a interação significativa ($P<0,05$) forma física da ração \times complexo enzimático (Tabela 3) indica que as aves que receberam a ração triturada apresentaram conversão alimentar 2,89% melhor que a daquelas mantidas com a ração farelada, ambas sem suplementação enzimática, não havendo diferença significativa nos resultados quando se utilizou a suplementação enzimática, independentemente da forma física da ração ($P>0,05$).

Para a forma física da ração, os resultados concordam com os obtidos por Nagano et al. (2003), que obtiveram melhores resultados de conversão alimentar de frangos aos 7 dias de idade alimentados com rações processadas (peletizadas e extrusadas), em comparação à conversão

Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte na fase inicial de criação

Item		Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar
Forma física	Farelada	924,75b	664,55	1,39
	Triturada	898,10a	654,50	1,37
Complexo enzimático	Sem	918,25	655,30	1,40b
	Com	904,60	663,75	1,36a
Nível nutricional	95%	928,45b	658,22	1,41b
	100%	894,40a	660,82	1,35a
Média		911,42	659,52	1,38
Coefficiente de variação (%)		2,99	3,32	2,49

Letras a,b na linha, entre forma física, complexo enzimático ou nível nutricional diferem ($P<0,05$) pelo teste F.

alimentar das aves que receberam ração farelada. Com a utilização do complexo enzimático, a conversão alimentar melhorou em 4,4% quando se utilizou a ração farelada com enzimas em relação à ração não-suplementada ($P < 0,05$), entretanto, na ração triturada, a utilização do complexo enzimático não influenciou a conversão alimentar das aves ($P > 0,05$).

Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Carvalho et al. (2009), Leite et al. (2008) e Souza et al. (2008), que verificaram melhor conversão alimentar nos quando rações fareladas foram suplementadas com enzimas. No entanto, Tejedor et al. (2001), Fischer et al. (2002) e Strada et al. (2005), utilizando complexo enzimático semelhante (amilase, celulase e protease), e Pucci et al. (2003), utilizando xilanase, amilase e proteas, em dietas fareladas à base de milho e farelo de soja, não observaram melhoras significativas no desempenho de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade.

Dessa forma, pelos resultados obtidos, tanto com as rações fareladas quanto com as trituradas, não se verificou efeito claro da peletização sobre a termoestabilidade das enzimas do complexo enzimático. Neste caso, a temperatura de peletização no condicionador e na saída da matriz (bica) oscilou de 64 a 79°C e de 71 a 83,5%, respectivamente, possivelmente não foi excessiva para prejudicar a estabilidade das enzimas.

Tabela 3 - Conversão alimentar da forma física da ração e complexo enzimático de frangos de corte na fase inicial de criação alimentados com ração farelada triturada ou suplementada com complexo enzimático

Conversão alimentar		Complexo enzimático	
		Sem	Com
Forma física	Farelada	1,42Bb	1,36Aa
	Triturada	1,38Aa	1,36Aa
Média		1,40	1,36
Coeficiente de variação (%)		2,49	

Letras A,B (coluna) e a,b (linha) diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

Os resultados do ensaio de metabolismo (experimento 2) referentes à energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e aos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e do extrato etéreo (Tabela 4) comprovaram, pelos valores determinados, efeito ($P < 0,05$) da forma física da ração sobre a energia metabolizável aparente corrigida e o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca, do complexo enzimático sobre o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta, assim como dos níveis nutricionais sobre a energia metabolizável aparente corrigida, o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo ($P < 0,05$). Não houve interação ($p > 0,05$) entre os fatores avaliados sobre o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo. No entanto, houve interação ($P < 0,05$) formas físicas das rações \times níveis nutricionais para energia metabolizável aparente corrigida, o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta.

Pelos resultados da interação ($P < 0,01$), na ração farelada o nível nutricional em 100% das exigências nutricionais promoveu energia metabolizável aparente corrigida 4,74% maior em relação à ração com 95% das exigências, enquanto na ração triturada, entre os dois níveis nutricionais, a melhora na energia metabolizável aparente corrigida foi de 2,55% (Tabela 5).

A energia metabolizável aparente corrigida das rações trituradas foi maior, tanto no nível com 95 quanto com 100% das exigências nutricionais (4,16 e 1,98%, respectivamente) em comparação aos valores de EMAn das rações fareladas nos mesmos níveis nutricionais ($P < 0,01$), o que está de acordo com Nilipour (1993), que observou melhora na digestibilidade dos nutrientes decorrente da ação mecânica, temperatura e umidade utilizadas no processo de peletização das rações. Segundo o esse autor, a peletização melhora o valor energético dos nutrientes, pois aumenta a digestibilidade dos carboidratos, ao promover a

Tabela 4 - Energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes das rações experimentais

Item	Forma física		Complexo enzimático		Nível nutricional		Média	CV (%)
	Farelada	Triturada	Sem	Com	95%	100%		
Energia metabolizável aparente corrigida (kcal/kg)	3.196b	3.293a	3.246	3.243	3.187b	3.303a	3.245	1,28
Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (%)	72,66b	73,56a	73,63a	72,60b	72,70b	73,55a	73,11	1,73
Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (%)	60,70	59,80	61,30a	59,20b	59,54	60,95	60,95	4,52
Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (%)	68,18b	70,17a	69,77b	68,58a	67,93b	70,42a	69,17	5,20

Letras a,b na linha, entre forma física, complexo enzimático ou nível nutricional diferem ($P < 0,05$) pelo teste F. CV = coeficiente de variação.

desagregação dos grânulos de amilose e amilopectina, facilitando a ação enzimática. No caso das proteínas, a peletização também altera as estruturas terciárias, facilitando sua digestão. Neste trabalho, esses resultados ficaram evidentes e corroboram os obtidos por López et al. (2007), que observaram maior energia metabolizável aparente corrigida com a ração processada (expandida granulada), em relação às rações granulada e farelada, respectivamente, porém não notaram melhora do desempenho das aves, uma vez que o ganho de peso não foi influenciado pelos itens estudados.

A suplementação enzimática não teve efeito significativo para a EMAn ($P > 0,05$) portanto a utilização de complexo enzimático nas rações não melhorou os valores energéticos para frangos de corte na fase inicial de criação. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Pucci et al. (2003), que trabalharam com suplementação enzimática em rações fareladas e não notaram aumento nos valores de energia metabolizável aparente corrigida com o uso do complexo enzimático. Esses autores concluíram que os valores de energia metabolizável aparente corrigida das rações sem enzimas não diferiram daqueles obtidos com o uso de enzimas. Entretanto, contrariaram os reportados por Leite et al. (2008), que encontraram valores de energia metabolizável aparente corrigida superiores em 4,46% quando utilizaram rações suplementadas com complexo enzimático em comparação rações sem enzimas. Todavia, Dourado et al. (2009), avaliaram a digestibilidade ileal utilizando complexo enzimático em rações formuladas com baixo nível de energia e demonstraram que as enzimas foram eficientes em restabelecer os valores de energia digestível e melhorar a digestibilidade da matéria seca.

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca nas aves que receberam a ração triturada foi 1,24% melhor

que naquelas alimentadas com ração farelada ($P < 0,05$). Entretanto, nas aves que receberam a ração suplementada com enzimas o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca piorou 1,40% em comparação àquele obtido com a ração sem suplementação ($P < 0,05$). A ração com 100% das exigências nutricionais atendidas melhorou o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca em 1,17% ($P < 0,05$). Nos resultados da interação (Tabela 5), o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca da ração farelada apresentou melhora de 2,38% quando as recomendações nutricionais aumentaram de 95 para 100%, entretanto, não houve efeito do nível nutricional para a ração triturada ($P > 0,05$). A ração triturada formulada para atender 95% das exigências nutricionais proporcionou coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca 2,42% maior que o da ração farelada ($P < 0,05$), todavia, nas rações formuladas para atender 100% das exigências nutricionais ($p > 0,05$), não houve efeito da forma física. Zadari & Sell (1990) também notaram aumento significativo da metabolizabilidade da matéria seca nas dietas peletizadas em comparação a dietas fareladas. Todavia, Lutch (2002) verificou que a metabolizabilidade da matéria seca não foi influenciada pelo processamento da ração.

O coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) quando adicionado complexo enzimático na ração, piorando a metabolizabilidade da proteína bruta em 3,54% em relação à ração sem suplementação enzimática. Esses resultados discordam dos obtidos por Leite et al. (2008), que observaram aumento nos coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta de 7,68% quando forneceram rações fareladas e de 7,15% quando forneceram rações peletizadas suplementadas com o mesmo complexo enzimático. O nível nutricional para atendimento de 100% das exigências influenciou o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da

Tabela 5 - Energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes das rações fareladas ou peletizadas com dois níveis nutricionais em frangos de corte na fase inicial de criação

Item	Nível nutricional	Forma física		Média	CV (%)
		Farelada	Triturada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	95%	3.122Bb	3.252Ba	3.187	1,28
	100%	3.270Ab	3.335Aa		
	Média	3.196	3.293		
Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (%)	95%	71,81Bb	73,55Aa	72,68	1,73
	100%	73,52Aa	73,58Aa		
	Média	72,66	73,56		
Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (%)	95%	59,00Bb	60,07Bb	59,53	4,52
	100%	62,40Aa	59,52Bb		
	Média	60,70	59,80		

Médias com letras maiúsculas e minúsculas: A,B (coluna) e a,b (linha) diferem ($P < 0,05$) pelo teste F. CV = coeficiente de variação.

ração farelada, apresentando melhora de 5,76% em relação ao coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da ração farelada com nível nutricional reduzido em 5% ($P < 0,05$). A ração farelada provocou aumento de 4,84% no coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta em comparação a ração triturada, e ambas foram formuladas para atender 100% das exigências nutricionais, discordando dos valores obtidos López et al. (2007), que observaram maior coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta de rações processadas (expandida granulada) em relação a rações fareladas. Todavia, Leite et al. (2008) não notaram diferenças significativas no coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta quando compararam rações fareladas com a rações trituradas.

A metabolizabilidade do extrato etéreo foi influenciada ($P < 0,05$) somente pelo nível nutricional da ração, uma vez que, no caso da ração formulada para atender 100% das exigências nutricionais, o aumento do coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo foi de 3,66% em relação à ração que atendia 95% das exigências nutricionais das aves.

O complexo enzimático e a forma física da ração não promoveram efeito significativo ($P > 0,05$) nos valores de coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo nos frangos de corte na fase inicial de criação. Esses resultados divergem dos obtidos por Leite et al. (2008), que verificaram aumento de 10,11% no coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo em rações fareladas com enzimas e de 6,61% em rações peletizadas com enzimas em relação a rações não-suplementadas. Todavia, López et al. (2007), López & Baião (2002) e Plavnik & Sklan (1995) observaram maiores coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo quando utilizaram rações processadas (peletizada, granulada, expandida-granulada e expandida) em comparação às rações fareladas.

Conclusões

O uso de complexo enzimático melhora a conversão alimentar de aves que consomem ração farelada. Em comparação à ração farelada, a ração triturada, sem enzimas, melhora a conversão alimentar das aves, independentemente do nível nutricional. Rações trituradas têm maior valor energético e coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca. O melhor coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta é obtido quando se utiliza ração farelada, independentemente do uso do complexo enzimático. O melhor coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo é obtido com rações com nível nutricional normal (100%), independentemente da forma física ou da utilização de complexo enzimático nas rações.

Agradecimentos

À FAPEMIG, financiadora do projeto; ao CNPq, pela concessão das bolsas; à Alltech Agroindústria do Brasil Ltda., pelo fornecimento do complexo enzimático; e à Total Alimentos S.A., pela produção das rações.

Referências

- BRUM, P.A.R.; MAZZUCO, H.; FIALHO, F.B. et al. Efeito do nível de trigo na dieta, do percentual de grãos germinados e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.168-176, 2000.
- BRUM, P.A.R.; COLDEBELLA, A. **Efeito da suplementação de enzimas em dietas a base de milho e farelo de soja sobre os valores de energia metabolizável e o desempenho de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA, 2005. p.1-3. (Comunicado Técnico).
- CAMIRUAGA, M.; GARCIA, F.; ELERA, R. et al. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale. **Revista de Ciencia e Investigación Agrícola**, v.28, n.1, p.23-26, 2001.
- CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.292-298, 2009.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.6, p.1289-1296, 2002.
- DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BARBOSA, N.A.A. et al. Corn and soybean meal metabolizable energy with the addition of exogenous enzymes for poultry. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.11, p.51-55, 2009.
- FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a 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.
- FRANCESCH, M. Bases de la utilización de complejos enzimáticos en avicultura. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, 12., 1996, Madrid. **Anais...** Madrid: FEDNA, 1996. p.20-32.
- GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F. et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade dos nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e desempenho de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- GREENWOOD, M.W.; CRAMER, K.R.; CLARK, P.M. et al. Influence of feed form on dietary lysine and energy intake and utilization of broilers from 14 to 30 days of age. **International Journal Poultry Science**, v.3, p.189-194, 2004.
- JENSEN, L. Historical perspective of enzymes from an earlier researcher. In: FEED ENZYMES - REALIZING THEIR POTENTIAL IN CORN/SOY BASED POULTRY DIETS, 1998, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: 1998. p.35-45.
- JUANPERE, J.; PEREZ-VENDRELL, A.M.; ANGULO, E. et al. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrients digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.84, p.571-580, 2005.
- LEITE, J.L.B.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T. et al. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento de energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1292-1298, 2008.

- LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.
- LÓPEZ, C.A.; BAIÃO, N.C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.2, p.189-195, 2002.
- LUTCH, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Industria Avícola**, v.50, p.32-35, 2002.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: The University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965. v.7, p.3-11. (Research Report).
- MCKINNEY, L.; TEETER, R. Caloric value of pelleting. **Technical Focus Cobb**, three – 2002. p.1-6 (Publication of Cobb-Vantress, Inc.).
- NAGANO, F.H.; FERNANDES, E.A.; SILVEIRA, M.M. Efeito da peletização e extrusão da ração pré-inicial sobre o desempenho final de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.35, 2003 (supl.).
- NILIPOUR, A. La peletizacion mejore el desempeño? **Industria Avícola**, v.12, n.12, p.42-46, 1993.
- NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. et al. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, p.771-783, 1995.
- PLAVNIK, I.; SKLAN, D. Nutritional effects of expansion and short time extrusion on feeds for broilers. **Animal Feed Science Technology**, v.55, p.247-251, 1995.
- PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.909-917, 2003.
- RITZ, C.W.; HULET, R.M.; SELF, B.B. Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. **Poultry Science**, v.74, p.1329-1334, 1995.
- RODRIGUES, P.B.; MARTINEZ, R.S.; FREITAS, R.T.F. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.882-889, 2005.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.171-182, 2003.
- ROLL, V.F.B.; ÁVILA, V.S.; RUTZ, F. et al. Efeito da forma física da ração em frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.1, p.54-59, 1999.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: UFV/DZO, 2005. 186p.
- SILVA, E.L.; SILVA, J.H.; BERTECHINI, A.G. et al. Exigência de metionina+cistina para aves de reposição leves e semipesadas de 1 a 4 semanas de idade alimentadas com rações farelada e triturada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.500-507, 2009.
- SOUZA, R.M.; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V. et al. Efeito da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.584-590, 2008.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT®: user's guide**. version 6. 2.ed. Cary: 1995.
- STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005.
- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.809-816, 2001.
- TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1401-1408, 2003.
- VARGAS, G.D.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B. et al. Efeito da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n.1, p.42-45, 2001.
- YU, B.I.; CHUNG, T.K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.13, p.178-182, 2004.
- ZANOTTO, L.D.; BELLAVER, C. **Método de determinação de granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA, 1996. p.1-5. (Comunicado Técnico, 215).
- ZATARI, I.M.; SELL, J.L. Effects of pelleting diets containing sunflower meal on performance of broiler chickens. **Animal Feed Science Technology**, v.30, p.121-129, 1990.