

Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte

Alexandre Shigueki Iwahashi^{1*}, Antônio Claudio Furlan², Carina Scherer³, Ana Paula Silva Ton¹, Letícia Lorençon¹ e Cláudio Scapinello²

¹Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: alexandre.iwahashi@gmail.com

RESUMO. Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação enzimática das rações à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho e metabolizabilidade dos nutrientes em codornas de corte. Os tratamentos foram: controle positivo para atendimento das exigências; controle positivo suplementado com complexo enzimático e controles negativos suplementados reduzidos em 2 e 4% nos teores de energia metabolizável e aminoácidos. Na fase inicial, observou-se aumento no consumo de ração ($p < 0,05$) no tratamento controle negativo reduzido em 4% na energia metabolizável e aminoácidos em comparação aos tratamentos controle positivos. Na fase de crescimento o consumo de ração, conversão alimentar e rendimento de carcaça não diferiram ($p > 0,05$). Conclui-se que o complexo enzimático pode ser utilizado em dietas reduzidas em energia metabolizável e aminoácidos sem prejudicar o desempenho de codornas de corte. Em ensaio de metabolismo, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos para os coeficientes de metabolização das matérias seca e orgânica, proteína bruta e energia bruta. O coeficiente de metabolização da FDN melhorou ($p < 0,05$) com a adição de enzimas.

Palavras-chave: balanço de nutrientes, carboidrases, *Coturnix coturnix* sp., desempenho, enzimas, rendimento de carcaça.

ABSTRACT. Enzymatic complex utilization in meat type quail feed. Two experiments were carried out to evaluate the effects of enzyme supplementation (xylanase + β -glucanase) of diets based on corn and soybean meal on: performance in initial (1-14 days) and growing (15-35 days) phases, and nutrient metabolization of meat-type quails. The treatments were: positive control to meet the nutritional requirements of the specie; positive control supplemented with enzyme complex; and negative controls with two reduced supplementation levels of metabolizable energy and amino acids (by 2% and 4%). In the initial phase, the negative control treatment reduced by 4% of metabolizable energy and amino acids increased feed intake ($p < 0.05$), compared to positive controls. In the growing phase, there were no differences ($p > 0.05$) in feed intake, feed conversion ratio and carcass traits. In conclusion, this supplementation can be used successfully in diets with reduced metabolizable energy and amino acid contents for meat-type quails. In the metabolism trial, there were no differences ($p > 0.05$) in metabolizable coefficients of dry matter, organic matter, crude protein and gross energy among treatments. The metabolization coefficient of NDF improved ($p < 0.05$) with enzyme supplementation.

Keywords: nutrient balance, carbohydrases, *Coturnix coturnix* sp., performance, enzymes, carcass yield.

Introdução

No Brasil, a coturnicultura para produção de carne não é muito expressiva à exemplo de países do Mediterrâneo, tais como França, Espanha, Itália e Grécia (MURAKAMI; ARIKI, 1998). Sua carne é considerada de alta qualidade, com baixos teores de energia e alto teor de proteína (NARAYAN; SINGH, 2006). Assim como no Japão, a coturnicultura nacional tem como finalidade

principal a produção de ovos e apesar da franca expansão do plantel, o efetivo total ainda tem a postura como principal finalidade.

A coturnicultura exige baixo custo de investimento e proporciona rápido retorno, tornando a atividade promissora (PINTO et al., 2002). Por outro lado, os custos com a alimentação para produção de codornas respondem por mais de 70% do custo total de produção (FURLAN et al., 1999).

Complexos enzimáticos contendo carboidrases têm sido aplicados em dietas para aves para redução de custos há mais de 20 anos (COWIESON et al., 2006) e sua eficiência é resultado da diminuição da viscosidade intestinal, com conseqüente aumento na taxa de difusão dos nutrientes do lúmen para a corrente sanguínea (BACH KNUDSEN, 2001). As enzimas clivam as cadeias de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's) contidas nos cereais, reduzindo a solubilidade e a capacidade de formar uma camada indigestível, entre a parede intestinal (local de absorção) e a digesta. Além disso, modulam a microflora intestinal e agem sobre a parede celular vegetal disponibilizando nutrientes encapsulados (CHOCT, 2006).

Segundo Bedford (2006), a complexidade das respostas observadas resulta da interação entre trato gastrointestinal, dieta e microbiota, exigindo dessa forma mais estudos para avaliação de novas combinações enzimáticas e seus efeitos nas aves. Poucos trabalhos foram publicados utilizando suplementação de complexos enzimáticos em rações para codornas de corte. Desta forma, este experimento foi conduzido para avaliar o efeito da suplementação do complexo enzimático xilanase + β -glucanase em rações de codornas de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça e metabolização dos nutrientes.

Material e métodos

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Coturnicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná. Para os ensaios de desempenho, foram utilizadas, respectivamente, 1.400 e 960 codornas, não sexadas, distribuídas em 40 "boxes" para as fases: inicial (1 a 14 dias) e crescimento (15 a 35 dias). O

delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos, cinco repetições de, respectivamente, 35 e 24 codornas por unidade experimental para a fase inicial e crescimento.

Ao término da fase inicial (14^o dia), os animais foram redistribuídos por classe de peso a fim de minimizar os efeitos produzidos pelos tratamentos entre as unidades experimentais de acordo com Sakomura e Rostagno (2007).

Os tratamentos utilizados foram: um controle positivo (CP), formulado para atendimento das exigências nutricionais para a fase; um controle positivo suplementado com complexo enzimático (CP+CE); dois controles negativos suplementados com complexo enzimático reduzidos em 2 e 4% na energia metabolizável (CN 2% e CN 4% EM); dois controles negativos suplementados com complexo enzimático reduzidos em 2 e 4% nos aminoácidos (AA's): lisina, metionina+cistina e treonina (CN 2% e CN 4% AA's); dois controles negativos suplementados e reduzidos em 2 e 4% na EM e AA's (CN 2% e CN 4% EM+AA's).

O complexo enzimático (ROVABIO EXCEL[®]) composto por xilanase e β -glucanase foi suplementado seguindo as instruções do fabricante (ADISSEO) na proporção de 50 g t⁻¹ de ração.

As rações (Tabelas 1 e 2) foram formuladas à base de milho e farelo de soja utilizando as relações para os aminoácidos metionina + cistina e treonina proposto por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte. As dietas controle positivo foram formuladas com base nos níveis de energia metabolizável, proteína bruta, lisina, metionina + cistina, cálcio e fósforo determinados anteriormente para o mesmo grupo genético em nossos laboratórios.

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas experimentais (1 a 14 dias).

Tratamentos	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's	
			2%	4%	2%	4%	2%	4%
Ingredientes			2%	4%	2%	4%	2%	4%
Farelo soja 45%	51,090	51,092	50,822	50,552	51,338	51,561	51,078	51,022
Milho grão	40,316	40,305	41,737	43,169	40,110	39,934	41,535	42,798
Óleo de soja	4,560	4,564	3,399	2,234	4,637	4,701	3,474	2,371
Fosfato bicálcico	1,572	1,572	1,569	1,565	1,571	1,570	1,567	1,562
Calcário	0,326	0,326	0,329	0,332	0,326	0,326	0,329	0,331
L-lisina HCl	0,467	0,467	0,472	0,477	0,407	0,354	0,412	0,364
DL-metionina	0,648	0,648	0,646	0,644	0,613	0,584	0,608	0,581
L-treonina	0,311	0,311	0,311	0,312	0,283	0,256	0,282	0,256
Suplemento mineral e vitamínico	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Complexo enzimático	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2,997	2,997	2,937	2,877	2,997	2,997	2,937	2,877
Proteína bruta (%)	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52
Lisina digestível (%)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,84	1,80	1,84	1,80
Metionina + cistina digestível (%)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,30	1,28	1,30	1,28
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais (15 a 35 dias).

Tratamentos	CP	CP + CE		CN EM	CN AA's		CN EM+AA's	
		2%		4%	2%	4%	2%	4%
Ingredientes								
Farelo soja 45%	37,653	37,65	37,377	38,505	37,891	38,112	37,638	38,273
Milho grão	55,462	55,46	56,902	56,655	55,274	55,086	56,693	57,105
Óleo de soja	2,490	2,490	1,318	0,495	2,569	2,637	1,400	0,480
Fosfato bicálcico	1,630	1,630	1,627	1,640	1,629	1,628	1,625	1,670
Calcário	0,257	0,257	0,260	0,245	0,256	0,256	0,259	0,225
L-lisina HCl	0,729	0,729	0,733	0,707	0,669	0,624	0,674	0,610
DL-metionina	0,673	0,673	0,671	0,658	0,626	0,599	0,625	0,589
L-treonina	0,396	0,396	0,397	0,380	0,371	0,343	0,371	0,333
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Complexo enzimático ³	-	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	3,036	3,036	2,984	3,036	3,036	3,036	2,975	2,915
Proteína bruta (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Lisina digestível (%)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,71	1,68	1,71	1,68
Metionina + Cistina digestível (%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,23	1,21	1,23	1,21
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT (Butil Hidroxi Tolueno). ³Complexo enzimático contendo xilanase e β -glucanase.

Para avaliação de desempenho zootécnico (peso corporal, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) as aves e as rações foram pesadas semanalmente até o 35º dia.

Dois aves, uma de cada sexo, foram aleatoriamente retiradas de cada boxe num total de dez aves por tratamento para avaliação de rendimento de carcaça. Para o cálculo de rendimento foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação ao peso vivo, obtido individualmente antes do abate das aves, além do peso dos cortes perna (coxa + sobrecoxa) e peito.

Para o ensaio de metabolismo (Experimento 2) foram utilizadas 160 machos, com 28 dias de idade, distribuídos em oito tratamentos, quatro repetições com cinco aves cada repetição. Os tratamentos utilizados foram semelhantes aos do ensaio de desempenho e as dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3. Utilizou-se óxido férrico (2%) na ração como marcador do início e do final de coleta. As bandejas coletoras foram forradas com plástico e as coletas foram realizadas a cada 12h, durante todo o período experimental.

As análises das rações e excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FUEM/DZO e foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e cinzas, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2004). A energia bruta das excretas e das rações foi determinada em calorímetro adiabático (Parr Instruments Co.).

Os coeficientes de metabolização (matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia bruta), bem como os dados de

desempenho e carcaça (peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, taxa de conversão alimentar, rendimento de carcaça, peso pernas e de peito) foram submetidos à análise estatística pelo software Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (1997), da Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais, de acordo com o modelo estatístico apresentado a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = variáveis estudadas obtidas com o indivíduo j , recebendo tratamento i ;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tratamento i (sendo $i_1 = CP$; $i_2 = CP+CE$; $i_3 = CN 2\% EM$; $i_4 = CN 4\% EM$; $i_5 = CN 2\% AA's$; $i_6 = CN 4\% AA's$; $i_7 = CN 2\% EM+AA's$; $i_8 = CN 4\% EM+AA's$);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

Para determinar a viabilidade econômica da utilização do complexo enzimático em dietas para codornas de corte, o custo da ração por quilo de peso vivo ganho ou produzido (Y_i) foi determinado segundo Bellaver et al. (1985):

$$Y_i (\text{R\$ kg}^{-1}) = \frac{Q_i \star P_i}{G_i}$$

em que:

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i -ésimo tratamento;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i -ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento e;

G_i = ganho de peso do i -ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), proposto por Gomes et al. (1991):

$$IEE (\%) = \frac{MC}{CT} \cdot 100 \quad e \quad IC (\%) = \frac{CT}{MC} \cdot 100$$

em que:

MC = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos;

CT = custo do tratamento i considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram: farelo de soja, R\$ 0,79 kg^{-1} ; milho grão, R\$ 0,31 kg^{-1} ; óleo de soja, R\$ 1,95 kg^{-1} ; fosfato bicálcico, R\$ 2,34 kg^{-1} ; calcário, R\$ 0,18 kg^{-1} ; L-lisina, R\$ 10,09 kg^{-1} ; DL-metionina, R\$ 34,26 kg^{-1} ; L-treonina, R\$ 10,06; suplemento mineral e vitamínico R\$ 9,50 kg^{-1} ; sal comum, R\$ 0,32 kg^{-1} ; BHT, R\$ 11,20 kg^{-1} ; complexo enzimático R\$ 21,80 kg^{-1} . Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) em nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Para o período inicial (1-14 dias), o consumo de ração não diferiu ($p > 0,05$) entre os tratamentos controles negativo. As aves dos tratamentos controle positivo e controle positivo suplementado com complexo enzimático consumiram menor quantidade de ração ($p < 0,05$) quando comparados ao tratamento CN 4% EM+AA's, ou seja, a redução dos teores de energia e aminoácidos resultou em aumento do consumo de ração, o que, no entanto, não afetou o GP e CA ($p > 0,05$).

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) no ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos utilizados. A suplementação do complexo enzimático permitiu a redução de até 120 kcal kg^{-1} na EM e 4% nos aminoácidos lisina, metionina+cistina e

treonina sem prejuízo no desempenho durante a fase inicial. Resultados semelhantes foram observados em frangos de corte por Toledo et al. (2007) e West et al. (2007) ao suplementarem com o mesmo complexo enzimático dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em nutrientes e energia. Os autores observaram que, durante a fase inicial, a suplementação de xilanase + β -glucanase compensou a redução nos teores de AA's, proteína bruta e energia, nas dietas controles negativos, mantendo os parâmetros de desempenho observados no CP.

Nas aves jovens (1 a 14 dias), a aplicação *on top*, ou seja, a suplementação enzimática de uma dieta formulada para atendimento das exigências nutricionais (CP+CE), não diferiu da dieta controle positivo ($p < 0,05$) nos parâmetros ganho de peso e conversão alimentar. Os resultados estão de acordo com as observações de Garcia et al. (2000), Fischer et al. (2002) e ao suplementarem enzimas *on top* em dietas para frangos de corte no período inicial. Por outro lado, foi observado aumento de 4,23% no ganho de peso e melhora de 2,45% na conversão alimentar em relação ao CP, embora não tenham diferido ($p > 0,05$). Barbosa et al. (2008) ao obterem resultado semelhante em frangos de corte afirmaram que a aplicação *on top* é mais recomendada na fase inicial em razão da imaturidade do sistema enzimático nas aves jovens.

Durante a segunda fase, a suplementação *on top* afetou negativamente ($p < 0,05$) o ganho de peso comparado aos tratamentos CP e CN 2 e 4% EM. Esta resposta pode estar associada à alta disponibilização de nutrientes, especialmente monossacarídeos, pela ação das enzimas. MORGAN et al. (1993) observaram que a desproporção entre enzima e substrato leva à piora no desempenho, em função, provavelmente, à produção de monômeros de xilose e arabinose. Outra hipótese pode estar relacionada à mudança no padrão de fermentação cecal, em que o aumento de oligômeros de arabinoxilanos e β -glucanos podem ter alterado a microbiota residente de forma prejudicial. Porém, nenhuma das hipóteses pode ser avaliada nas condições em que este experimento foi conduzido.

Tabela 3. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte em função dos tratamentos.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)		CA (g.g ⁻¹)	CR (g)	GP (g)		CA (g.g ⁻¹)
		1-14 dias				15-35 dias		
CP	102,11 ^b	61,25	1,67		408,90	149,7 ^{ab}	2,73	
CP+CE	103,78 ^b	63,84	1,63		400,10	137,9 ^c	2,91	
CN EM	2%	108,15 ^{ab}	63,34	1,71	2%	427,10	154,7 ^a	2,76
	4%	111,67 ^{ab}	64,17	1,74	4%	423,20	148,3 ^{ab}	2,85
CN AA's	2%	107,96 ^{ab}	63,10	1,71	2%	402,20	145,0 ^{bc}	2,77
	4%	108,04 ^{ab}	65,51	1,65	4%	415,00	147,5 ^{bc}	2,81
CN EM+AA's	2%	107,28 ^{ab}	62,58	1,71	2%	416,10	145,5 ^{bc}	2,86
	4%	116,02 ^a	67,39	1,72	4%	424,60	142,1 ^{bc}	2,99
CV (%)	4,76	5,53	3,40	4,71	3,60	5,09		

^{abc} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste SNK ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) no consumo de ração entre os tratamentos durante a segunda fase. Em dietas baseadas em cereais viscosos, a suplementação de carboidrases costuma ocasionar aumento da taxa de passagem da digesta (BEDFORD, 2006) com conseqüente aumento no consumo de ração (BROZ; BEARDSWORTH, 2002). Sendo assim, o efeito das enzimas sobre a taxa de passagem está diretamente relacionado à diminuição da viscosidade intestinal causada pelos PNA's, principalmente xilanos e β -glucanos. Como os níveis desses compostos no milho e farelo de soja são baixos (MENG et al., 2005) as diferenças no parâmetro consumo de ração costumam não existir quando se utiliza a suplementação de carboidrases em dietas à base desses ingredientes (COWIESON; ADEOLA, 2005; GARCIA et al., 2000; YU; CHUNG, 2004).

Observou-se dentre os controles negativos que a suplementação foi eficiente para manutenção do ganho de peso. Diferenças ($p < 0,05$) só foram obtidas entre os tratamentos CN 2% EM e CN 4% EM+AA's, sendo o ganho de peso inferior para este último.

O rendimento de carcaça (RC), o peso de peito e peso de coxa (Tabela 4) não diferiram entre os tratamentos ($p > 0,05$). Os resultados de rendimento de carcaça concordam com os obtidos por Café et al. (2002) e West et al. (2007), que não observaram diferenças para essa variável ($p > 0,05$) ao suplementarem carboidrases em rações de frangos de corte.

Os coeficientes de metabolização da matéria seca não diferiram ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5). Efeito semelhante foi observado em dietas para frangos de corte suplementadas com amilase, protease, xilanase (SANTOS et al., 2006; PUCCI et al., 2003), amilase, protease, xilanase, fitase (BARBOSA et al., 2008), α -galactosidase, pectinase, celulase, proteases e lipase (GARCIA et al., 2000). O coeficiente de metabolização da

matéria orgânica também não apresentou diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) nos coeficientes de metabolização da energia bruta entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Pourreza et al. (2007), Rutherford et al. (2007) e Garcia et al. (2000) em dietas para frangos de corte suplementadas com enzimas. Também não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos para os coeficientes de metabolização da proteína bruta, matéria seca e matéria orgânica. A melhora observada no coeficiente de metabolização do FDN ($p < 0,05$) nas dietas que sofreram redução nos níveis de energia e aminoácidos (lisina, metionina + cistina, treonina) comprova a eficácia da suplementação enzimática da xilanase + β -glucanase, que disponibilizou nutrientes intracelulares contidos na parede vegetal. Houve, em média, melhora de cinco pontos percentuais no coeficiente de metabolização da FDN em decorrência da suplementação nos controles negativos.

A suplementação enzimática nas rações que sofreram redução de 4% na energia metabolizável (CN 4% EM) e nos níveis de aminoácidos (CN 4% EM+AA's) não foi eficiente para suprir os déficits em energia, haja vista que os teores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) decresceram, respectivamente, em 157 e 164 kcal kg⁻¹, contudo, o desempenho, em relação ao CP, não foi prejudicado.

A análise econômica, apresentada na Tabela 6, demonstrou que, para ambas as fases (1-14 e 15-35 dias), a redução do nível de energia em 2 e 4% (60 e 120 kcal kg⁻¹) não propiciou menores custos por unidade produzida quando comparados aos tratamentos CP e CP+CE ($p > 0,05$). A deficiência energética e/ou desproporção na razão energia:proteína, provocou o aumento do consumo, menor ganho de peso e elevou o custo por unidade produzida.

Tabela 4. Rendimento de carcaça (RC), peso de peito e peso de coxa de codornas de 15 a 35 dias em função dos tratamentos.

Tratamentos	CP	CP+CE	CN EM		CN AA's		CN EM+AA's		CV (%)
			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
Variáveis			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
RC (%) ^a	68,80	67,91	67,98	69,65	69,64	69,12	67,61	67,36	2,98
Peito (g) ^a	61,31	60,89	58,84	61,02	61,12	60,66	61,81	59,11	7,34
Coxa (g) ^a	32,70	31,86	32,52	33,80	34,18	32,17	34,21	32,79	7,33

^aNão significativo ($p > 0,05$).

Tabela 5. Coeficientes de metabolização da matéria seca (CMMS), matéria orgânica (CMMO), proteína bruta (CMPB), fibra em detergente neutro (CMFDN) e teores de energia metabolizável aparente (EMAn) em função dos tratamentos em codornas de 15 a 35 dias.

Tratamentos	CP	CP+CE	EM		AA's		EM+AA's		CV (%)
			2%	4%	2%	4%	2%	4%	
Coeficientes			2% <td>4% <td>2% <td>4% <td>2% <td>4%</td> <td></td> </td></td></td></td>	4% <td>2% <td>4% <td>2% <td>4%</td> <td></td> </td></td></td>	2% <td>4% <td>2% <td>4%</td> <td></td> </td></td>	4% <td>2% <td>4%</td> <td></td> </td>	2% <td>4%</td> <td></td>	4%	
CMMS (%)	67,65	65,09	67,80	65,21	66,57	62,69	65,47	65,41	4,66
CMMO (%)	71,51	69,09	71,63	69,27	70,32	67,06	69,49	69,00	3,84
CMPB (%)	34,16	27,52	30,72	31,62	31,66	29,85	28,29	27,87	9,72
CMFDN (%)	23,80 ^b	25,52 ^{ab}	28,57 ^a	28,42 ^a	29,75 ^a	29,67 ^a	29,44 ^a	27,78 ^a	7,77
CMEB (%)	75,95	74,33	75,88	73,92	74,14	72,48	74,57	73,76	3,16
EMAn (kcal kg ⁻¹ MN)	3.054	3.021	3.003	2.897	3.041	3.002	2.938	2.890	-

^aMédias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Tabela 6. Custo do quilograma da ração (CR), da ração por quilo de peso vivo produzido (CP), índice de eficiência econômica (IEE) e índice do custo (IC) de codornas de corte em crescimento em função dos tratamentos.

Tratamentos		Custo da ração (R\$ kg ⁻¹)	Custo de produção (R\$ kg ⁻¹ PV)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice do custo (%)
1-14 dias					
CP		1,43	2,38 ^a	86,15	116,08
CP+CE		1,43	2,32 ^a	88,28	113,28
CN EM	2%	1,41	2,40 ^a	85,37	117,14
	4%	1,39	2,41 ^a	84,96	117,7
CN AA's	2%	1,33	2,27 ^b	90,19	110,88
	4%	1,24	2,05 ^c	100	100
CN EM	2%	1,30	2,23 ^b	91,87	108,85
+AA's	4%	1,20	2,07 ^c	99,20	100,81
CV (%)			3,01		
15-35 dias					
CP		1,58	4,32 ^{ab}	89,01	112,35
CP+CE		1,58	4,60 ^a	83,73	119,43
CN EM	2%	1,56	4,32 ^b	89,16	112,16
	4%	1,49	4,27 ^{ab}	90,11	110,98
CN AA's	2%	1,46	4,04 ^{bc}	94,85	105,43
	4%	1,36	3,84 ^c	100	100
CN EM + AA's	2%	1,44	4,11 ^{bc}	93,38	107,09
	4%	1,30	3,88 ^c	99,03	100,98
CV (%)			5,02		

^{abc}Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo teste SNK (p < 0,05).

Para a segunda fase, a viabilidade econômica demonstra que os custos em alimentação nos tratamentos reduzidos em 4% nos níveis de AA's e EM+AA's foram menores (p < 0,05) em comparação aos obtidos no CP, CP+CE, CN 2 e 4% EM. A análise econômica também demonstrou ser mais viável (p < 0,05) produzir codornas com dietas reduzidas em AA's ao invés da redução em energia. Quando houve redução energética das dietas as médias do custo por peso vivo produzido se equipararam (p > 0,05) aos observados no tratamento CP.

Os resultados de desempenho das aves permitem afirmar que a suplementação com complexo enzimático à base de xilanase e β-glucanase foi eficiente em proporcionar semelhante desempenho em dietas reduzidas em EM e AA's para as fases inicial (1 a 14 dias) e crescimento (15 a 35 dias) de codornas de corte. A análise de viabilidade econômica, por sua vez, demonstra que a suplementação de dietas reduzidas nos aminoácidos: lisina, metionina + cistina e treonina, isoladamente ou em conjunto com redução energética (60 ou 120 kcal kg⁻¹) diminuem o custo da alimentação por unidade de peso vivo produzido em qualquer fase.

Conclusão

A suplementação de complexo enzimático (xilanase + β-glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em energia metabolizável e aminoácidos (lisina, metionina + cistina e treonina) para codornas de corte em ambas as fases (1 a 14 e 15 a 35 dias).

Economicamente, é mais vantajoso suplementar dietas reduzidas nos aminoácidos em comparação à energia.

Referências

- BACH KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, n. 1-2, p. 3-20, 2001.
- BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 755-762, 2008.
- BEDFORD, M. R. Effect of non-starch polysaccharidases on avian gastrointestinal function. In: PERRY, G. C. (Ed.). **Avian gut function in health and disease**. Oxon: Wallingford, 2006. p. 159-170.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BROZ, J.; BEARDSWORTH, P. Recent trends and future developments in the use of feed enzymes in poultry nutrition. In: McNAB J.; BOORMAN, N. (Ed.) **Poultry Feedstuffs**. Oxon: Wallingford, 2002. p. 345-362.
- CAFÉ, M.; BORGES, C. A.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Avizyme improves performance of broilers fed corn-soybean meal-based diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, n. 1, p. 29-33, 2002.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n. 1, p. 5-16, 2006.
- COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v. 84, n. 12, p. 1860-1867, 2005.
- COWIESON, A. J.; HRUBY, M.; PIERSON, E. E. M. Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v. 19, n. 1, p. 90-103, 2006.
- FISCHER, G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e

- farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 402-410, 2002.
- FURLAN, A. C.; OLIVEIRA, A. M.; MURAKAMI, A. E. Avaliação de alguns alimentos para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 21, n. 3, p. 717-720, 1999.
- GARCIA, E. R. M.; MURAKAMI, A. E.; BRANCO, A. F. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1414-1426, 2000.
- GOMES, M. F. M.; BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M. **Análise econômica da utilização do trigo para suínos**. Concórdia: Embrapa-CNPQA, 1991. (Comunicado Técnico, 179).
- MENG, X.; SLOMINSKI, B. A.; NYACHOTI, C. M.; CAMPBELL, L. D.; GUENTER, W. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, v. 84, n. 1, p. 37-47, 2005.
- MORGAN, A. J.; GRAHAM, H.; BEDFORD, M. R. Xylanases improve wheat and rye diets by reducing chick gut viscosity. In: WENK, C.; BOESSINGER, M. (Ed.). **Enzymes in Animal Nutrition**. Oxon: Wallingford, 1993. p. 73-77.
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998.
- NARAYAN, R.; SINGH, D. P. Japanese quail breeding: present status and future strategies. In: SASIDHAR, P. V. K. (Ed.). **Poultry research priorities to 2020**. Proceedings of National Seminar. Izatnagar: CARI, 2006. p. 31-37.
- PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS JÚNIOR, J. G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.
- POURREZA, J.; SAMIE, A. H.; ROWGHANI, E. Effect of supplemental enzyme on nutrient digestibility and performance of broiler chicks fed on diets containing triticale. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 2, p. 115-117, 2007.
- PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. R.; FREITAS, R. T. F. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- RUTHERFURD, S. M.; CHUNG, T. K.; MOUGHAN, P. J. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, n. 4, p. 665-672, 2007.
- SAEG-Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. **Versão 5.0**. Viçosa: UFV, 1997. (Manual do Usuário).
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição para monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007.
- SANTOS, S. V. S.; ESPÍNOLA, G. B.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; CARVALHO, L. E. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 811-817, 2006.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. D. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.
- TOLEDO, G. S. P.; COSTA, P. T. C.; SILVA, J. H.; CECCANTINI, M.; POLLETO JÚNIOR, C. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 518-523, 2007.
- WEST, M. L.; CORZO, A.; DOZIER, W. A. III; BLAIR, M. E.; KIDD, M. T. Assessment of dietary rovbio excel in practical United States broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 3, p. 313-321, 2007.
- YU, B.; 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, n. 2, p. 178-182, 2004.

Received on September 20, 2010.

Accepted on November 22, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.