



Comunicação

[Communication]

Características do trato digestivo, metabolizabilidade e retenção de nutrientes em frangos de corte alimentados com complexo enzimático

[Characteristics of the digestive tract, metabolizability and nutrient retention in broilers fed enzymatic complex]

D.P. Vaz¹, F.S. Dalólio^{2*}, J. Moreira², S.R.F. Pinheiro², L.J.C. Lara¹,
L.R. Valadares², P.J.R. Cruz²

¹Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, MG

²FCA/UFVJM – Diamantina, MG

A suplementação de dietas para frangos de corte com enzimas exógenas pode melhorar a digestibilidade e a retenção de nutrientes por meio da degradação dos fatores antinutricionais, bem como pela alteração na ação das enzimas endógenas (Moura *et al.*, 2019). Contudo, a efetividade da suplementação das dietas com enzimas exógenas depende de alguns fatores intrínsecos ao organismo das aves, as interações existentes entre enzimas endógenas e exógenas, o tipo e a qualidade dos ingredientes usados na dieta, a atividade, a concentração e a especificidade das enzimas exógenas são parâmetros que influenciam os mecanismos de digestibilidade e absorção dos nutrientes, com impacto direto nos principais órgãos ligados à fisiologia digestiva das aves.

Assim, objetivou-se avaliar as características do trato digestivo, a metabolizabilidade e a retenção de nutrientes em frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com níveis de complexo enzimático.

Todos os procedimentos realizados com os animais de pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção da UFVJM, sob o protocolo 034-12.

No primeiro experimento, para avaliar as características do trato digestivo, foram utilizados

600 frangos de corte, fêmeas, com um dia de idade, da linhagem Cobb 500, criados até os 42 dias de idade. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco níveis (0; 100; 200; 300; 400g/ton) de suplementação “on top” do complexo enzimático (CE) com seis repetições de 20 aves cada. O CE era composto pelas enzimas fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com piso cimentado e telhas de fibrocimento, distribuídas em 30 boxes de 1,62m x 1,55m, perfazendo 2,5m² cada. Cada box foi equipado com comedouro tubular, bebedouro pendular e lâmpada infravermelha de 250W para aquecimento. A ração farelada e a água foram fornecidas *ad libitum* às aves durante todo o período experimental. Foi utilizado um programa de alimentação com três fases de criação, de acordo com as recomendações de Rostagno *et al.* (2011) (Tab. 1).

Aos 21 e 42 dias de idade, duas aves com peso corporal médio ($\pm 5\%$) de cada unidade experimental foram insensibilizadas e abatidas por deslocamento cervical e evisceradas para a determinação do pH e do comprimento de cada secção intestinal e do peso dos órgãos digestivos (proventrículo, moela, pâncreas e fígado). Para isso, o trato digestivo foi seccionado em proventrículo, moela, duodeno, jejuno, íleo e cecos.

Recebido em 29 de junho de 2018

Aceito em 17 de outubro de 2019

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: felipesantos181@hotmail.com

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais calculados das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Fases de criação		
	Inicial (1-21 dias)	Crescimento (22-35 dias)	Final (36-42 dias)
Milho	61,585	63,990	67,136
Farelo de soja	33,413	30,255	26,619
Óleo de soja	1,169	2,636	3,169
Calcário	0,925	0,816	0,000
Fosfato bicálcico	1,490	1,156	2,040
Sal comum	0,456	0,443	0,418
L-lisina HCl, 99%	0,245	0,136	0,104
DL-metionina, 99%	0,289	0,209	0,159
L-treonina, 98%	0,073	0,005	0,000
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
Salinomicina, 12%	0,055	0,055	0,055
Antioxidante BHT	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina, 60%	0,100	0,100	0,100
Complexo enzimático ³	0,000	0,000	0,000
Inerte ⁴	0,400	0,400	0,400
Total	100,0	100,0	100,0
	Composição calculada		
Energia metabolizável, kcal/kg	3000	3100	3150
Proteína bruta, (%)	20,400	19,000	17,500
Fibra bruta (%)	2,740	2,630	2,500
Lisina digestível (%)	1,165	1,005	0,892
Metionina digestível (%)	0,559	0,468	0,403
Metionina + cistina digestível (%)	0,839	0,733	0,651
Treonina digestível (%)	0,757	0,653	0,598
Cálcio (%)	0,809	0,683	0,759
P disponível (%)	0,386	0,319	0,264
Sódio (%)	0,200	0,195	0,185

¹Níveis de garantia por kg do produto (mín): ácido fólico 750mg, ácido pantotênico 12g, biotina 25mg, niacina 35g, vitamina A 8.000.000UI, vitamina B1 1.500mg, vitamina B12 12.000mg, vitamina B2 5.000mg, vitamina B6 2.800mg, vitamina D3 2.000.000UI, vitamina E 15.000UI, vitamina K3 1.800mg. ²Níveis de garantia por kg do produto (mín): cobre 20g, ferro 96g, iodo 1.400mg, manganês 156g, selênio 360mg, zinco 110g. ³Allzyme SSF- Alltech Ind.: níveis mínimos de atividade enzimática: fitase 300UF/g protease 700UI; xilanase 100UI/g; β -glucanase 200UI/g; celulase 40UI/g; α -amilase 30UA/g e pectinase 4000UI/g. ⁴Areia fina e lavada.

No segundo experimento, para avaliar a metabolizabilidade e a retenção de nutrientes, foram utilizados 200 frangos de corte, fêmeas, Cobb 500, com 15 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco níveis de suplementação “on top” do CE, com quatro repetições e 10 aves por gaiola. As aves foram criadas, do primeiro ao 14º dia de idade, em galpão de alvenaria, em boxes equipados com comedouro, bebedouro, fonte de aquecimento e cama de maravalha, recebendo ração (1-21 dias) e água *ad libitum*. No 15º, as aves foram transferidas para gaiolas metabólicas, com comedouro, bebedouro e bandejas metálicas forradas por plásticos, de modo a facilitar a coleta das excretas. Foram 10 dias de período experimental, sendo cinco de adaptação e cinco de coleta total das excretas. As rações foram pesadas ao início e no final do período de coleta, para quantificar o consumo de ração por gaiola. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia. Após as coletas diárias, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em *freezer*. As análises de matéria

seca, nitrogênio, cálcio, fósforo e extrato etéreo das excretas e rações foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002). Uma vez obtidos os resultados, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade e retenção dos nutrientes de acordo com Sakomura e Rostagno (2016). Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e à posterior regressão, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa SAS (Statistical..., 2002).

Na Tab. 2, estão apresentados os dados de pH das secções intestinais aos 21 e 42 dias de idade das aves. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de suplementação do CE aos 21 e 42 dias no pH intestinal (Tab. 2). Isso indica que a presença do CE não foi capaz de alterar a capacidade dos frangos em manter a homeostase. De forma semelhante, Mirzaie *et al.* (2012) avaliaram a suplementação de xilanase em dietas com níveis crescentes de trigo e não verificaram efeito no pH intestinal de poedeiras no período de 25 a 47 semanas de idade.

Tabela 2. Valores médios de pH do proventrículo, da moela, do duodeno, do jejuno, do íleo e do ceco de frangos de corte aos 21 e 42 dias, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis do complexo enzimático (CE)

	Níveis de adição CE (g/ton)					CV	Valor P	
	0	100	200	300	400		L	Q
pH 21 dias								
Proventrículo	3,60	3,35	3,48	3,68	3,48	16,57	0,8915	0,9670
Moela	2,21	2,21	2,21	2,30	2,05	13,66	0,5604	0,5850
Duodeno	6,30	5,99	6,13	6,25	6,01	3,37	0,2976	0,5541
Jejuno	6,20	6,12	6,07	6,12	6,03	2,65	0,1114	0,1282
Íleo	6,05	6,17	6,01	5,86	6,14	5,44	0,7566	0,7546
Ceco	6,55	6,46	6,50	6,35	6,32	3,64	0,0617	0,1774
pH 42 dias								
Proventrículo	3,34	3,36	3,36	3,88	3,37	11,93	0,3285	0,4633
Moela	2,98	2,57	2,85	3,06	2,68	11,68	0,9526	0,9738
Duodeno	5,79	5,93	5,66	5,94	5,97	3,54	0,2071	0,2874
Jejuno	6,07	6,12	6,07	6,08	6,17	1,46	0,1618	0,2064
Íleo	6,07	6,00	5,91	6,16	6,04	3,75	0,6889	0,7411
Ceco	6,33	6,17	6,26	6,38	6,29	6,16	0,7600	0,9172

CV=coeficiente de variação (%); valor P = nível de significância da análise de regressão; L = linear; Q = quadrática.

Na Tab. 3, estão apresentados os dados de comprimento das secções intestinais aos 21 e 42 dias de idade das aves. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de suplementação do CE no comprimento do intestino, do duodeno, jejuno, do íleo e do ceco (Tab. 3). Zhu *et al.* (2014) também verificaram ausência de efeito no comprimento do duodeno, do jejuno e do íleo de frangos de corte

com 21 dias de idade, alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, as quais foram suplementadas com CE (xilanase, β -glucanase e α -amilase).

Na Tab. 4, estão apresentados os pesos relativos dos órgãos intestinais aos 21 e 42 dias de idade das aves. Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de

suplementação de CE nos pesos relativos dos órgãos intestinais de frangos de corte. Em razão da alta capacidade digestiva das aves, da baixa viscosidade e do pouco teor de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) para serem hidrolisados no milho e no farelo de soja, não foi observado efeito na função secretora dos órgãos digestivos, que não sofreram alteração no comprimento e no peso. No entanto, alguns autores (Andrade *et al.*, 2017; Yin

et al., 2018) suplementaram dietas à base de milho e farelo de soja com CE e observaram variações no peso relativo do jejuno e do pâncreas das aves aos 23 e 42 dias de idade. A inconsistência de resultados pode ser explicada por variações quanto ao tipo e ao nível de suplementação de CE, bem como quanto à formulação e à qualidade dos ingredientes da dieta, às interações da ave com o ambiente de criação e ao manejo adotado.

Tabela 3. Valores médios de comprimento do intestino, do duodeno, do jejuno, do íleo e do ceco de frangos de corte aos 21 e 42 dias, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo enzimático (CE)

	Níveis de adição CE (g/ton)					CV	Valor P	
	0	100	200	300	400		L	Q
Comprimento aos 21 dias (cm)								
Intestino	136,58	135,04	135,89	135,85	138,00	9,81	0,824	0,924
Duodeno	20,99	23,25	24,08	23,15	23,29	10,10	0,148	0,086
Jejuno	56,84	54,93	58,9	55,27	55,24	8,12	0,631	0,771
Íleo	51,58	50,17	50,59	48,05	51,61	12,40	0,799	0,733
Ceco	6,63	6,77	6,43	7,61	6,48	11,49	0,627	0,660
Comprimento aos 42 dias (cm)								
Intestino	176,04	176,13	181,96	180,58	178,67	4,81	0,375	0,466
Duodeno	29,75	29,33	29,38	30,38	29,92	6,08	0,545	0,793
Jejuno	68,33	69,96	71,25	72,71	71,83	5,38	0,060	0,064
Íleo	70,29	69,58	71,75	70,38	69,29	6,39	0,830	0,796
Ceco	7,63	7,71	7,67	7,08	7,50	15,78	0,556	0,841

CV=coeficiente de variação (%); valor P = nível de significância da análise de regressão; L = linear; Q = quadrática.

Tabela 4. Valores médios de peso relativo (%) do proventrículo, da moela, do pâncreas e do fígado de frangos de corte aos 21 e 42 dias, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo enzimático (CE)

	Níveis de adição CE (g/ton)					CV	Valor P	
	0	100	200	300	400		L	Q
Peso relativo aos 21 dias (%)								
Proventrículo	0,61	0,52	0,54	0,52	0,49	28,37	0,2266	0,4688
Moela	1,73	1,75	1,72	1,74	1,85	14,74	0,4893	0,6613
Pâncreas	0,28	0,29	0,27	0,28	0,29	12,47	0,5603	0,8452
Fígado	2,48	2,23	2,52	2,34	2,38	10,77	0,7956	0,9282
Peso relativo aos 42 dias (%)								
Proventrículo	0,45	0,40	0,41	0,40	0,44	20,11	0,4058	0,7178
Moela	1,02	1,06	1,07	1,05	1,14	8,55	0,0707	0,1748
Pâncreas	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	8,11	0,5261	0,7910
Fígado	1,81	1,78	1,90	1,93	1,87	7,87	0,5563	0,8291

CV=coeficiente de variação (%); valor P = nível de significância da análise de regressão, L = linear; Q = quadrática.

Na Tab. 5, estão apresentados os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes para frangos de corte. Os níveis de suplementação de CE influenciaram de forma quadrática ($P < 0,01$) o CMEE, sendo o maior valor encontrado sem a suplementação de CE. Zhu *et al.* (2014) afirmam que dietas suplementadas com CE devem ter os níveis nutricionais reduzidos para ocorrer efeito

no aumento da atividade de lipases aos 21 dias e influenciar o CMEE, fato não ocorrido neste estudo com inclusão “on top”. Além disso, a presença de CE pode afetar a produção endógena de enzimas.

O CMP foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,01$) pelos níveis de suplementação do CE,

Características do trato...

segundo a equação: $CMP = 66,359 + 32,517CE - 44,080CE^2$ ($R^2=0,65$). O melhor nível de suplementação de CE foi estimado em 369g/ton. Semelhante ao CMP, o CMCa foi influenciado de forma quadrática ($P<0,05$), segundo a equação: $CMCa = 50,823 + 32,205CE - 41,518CE^2$ ($R^2=0,35$). O melhor nível de suplementação de CE foi estimado em 388g/ton. A fitase, presente na composição do CE, proporciona maior quebra

de P fítico com liberação de P e Ca retidos nos alimentos, uma vez que o metabolismo do P e o do Ca são associados. Isso indica que, ao se aumentar a disponibilidade desses nutrientes, ocorre aumento de metabolizabilidade com possível redução na suplementação desses minerais (Akter *et al.*, 2018).

Tabela 5. Valores médios dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE), da proteína bruta (CMPB), do cálcio (CMCa) e do fósforo (CMP), para frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo enzimático (CE)

Coeficiente	Níveis de adição CE (g/ton)					CV	Valor P regressão	
	0	100	200	300	400		L	Q
CMMS (%)	76,62	77,62	75,04	76,35	76,56	1,676	0,5539	0,5923
CMPB (%)	60,93	64,83	62,30	65,02	64,01	3,685	0,1322	0,2269
CMEE (%)	86,41	85,33	83,58	84,16	84,36	1,113	0,0075	0,0014
CMCa (%)	51,40	52,03	56,95	56,68	56,94	6,376	0,0123	0,0251
CMP (%)	66,35	69,04	71,46	71,76	72,49	2,771	0,0002	0,0014

CV=coeficiente de variação (%); valor P = nível de significância da análise de regressão; L = linear; Q = quadrática.

Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação do CE na retenção de N (Tab. 6). O Ca retido pelos frangos foi influenciado ($P<0,01$) segundo a equação: $CaRET = 2,5073 + 4,0500CE - 6,0920CE^2$ ($R^2=0,50$). O nível de suplementação de 332g/ton melhorou em 21,39% a retenção de

Ca. O P retido pelos frangos foi influenciado ($P<0,05$) segundo a equação: $PRET = 1,9742 + 2,2689CE - 3,4534CE^2$ ($R^2=0,55$), tendo o nível de 329g/ton melhorado em 9,56% a retenção de P.

Tabela 6. Valores médios de retenção de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e fósforo (P) para frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo enzimático (CE)

Item	Níveis de adição CE (g/ton)					CV	Valor P	
	0	100	200	300	400		L	Q
N retido	14,17	15,66	14,73	16,05	15,12	7,514	0,2482	0,2759
Ca retido	2,50	2,82	3,23	3,00	3,21	8,765	0,0021	0,0028
P retido	1,96	2,20	2,30	2,30	2,36	6,675	0,0020	0,0025

CV=coeficiente de variação (%); valor P = nível de significância da análise de regressão; L = linear; Q = quadrática.

Os aumentos nas retenções de Ca e P foram proporcionados pela ação da fitase presente no CE, com liberação do P complexado ao ácido fítico e, consequentemente, com a disponibilização de P e Ca. Pessoa *et al.* (2016) avaliaram a retenção de nutrientes de dietas para frangos de corte suplementadas com CE composto por fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, semelhantemente ao que foi utilizado no presente estudo. De acordo com esses autores, além do aumento na retenção de P (10,26%), ocorre também aumento de retenção de N (5,30%), com redução (6,82%) da excreção de P. Isso ocorre devido à quebra do ácido fítico, que disponibiliza

maior substrato proteico para a ação de proteases, e à quebra de PNAs pela ação de carboidrases, mesmo em dietas com digestibilidade elevada.

Assim, a suplementação do complexo enzimático, na forma "on top", em dietas para frangos de corte melhora a metabolizabilidade e a retenção de fósforo e cálcio, sem afetar os pesos dos órgãos digestivos, o pH e o comprimento intestinal, bem como a metabolizabilidade da matéria seca, a proteína bruta, o extrato etéreo e a retenção de nitrogênio.

Palavras-chave: enzimas exógenas, intestino, metabolismo, aves

ABSTRACT

The objective was to evaluate the digestive tract characteristics, metabolizability and nutrient retention of broilers fed diets supplemented with enzyme complex (EC). To evaluate the characteristics of the digestive tract 600 female Cobb 500 birds were used, distributed in a completely randomized design, with 5 inclusion levels of the EC (0; 100, 200, 300 and 400 g/ton) and 6 replicates of 20 birds each. To evaluate the metabolizability and the retention of nutrients 200 female Cobb 500 birds at 15 days of age were used, distributed in a completely randomized design with 5 levels of supplementation of the EC and 4 replicates of 10 birds each. No significant effects ($P>0.05$) were observed for the supplementation of the EC in the intestinal pH, digestive organ weight, intestinal length and metabolizable coefficients of dry matter and crude protein. The metabolizable coefficient of ethereal extract was influenced in a quadratic decreasing form ($P<0.01$). The metabolizable coefficients of calcium (Ca) and phosphorus (P) were influenced in a quadratic increase ($P<0.01$), resulting in increased Ca retention in 21.39% and P in 9.56%. Supplementation of the EC in broiler diets improves the metabolizability and retention of P and Ca, without affecting the other parameters evaluated.

Keywords: exogenous enzymes, intestine, metabolism, poultry

REFERÊNCIAS

- AKTER, M.M.; GRAHAM, H.; IJI, P.A. Influence of different levels of calcium, non-phytate phosphorus and phytase on apparent metabolizable energy, nutrient utilization, plasma mineral concentration and digestive enzyme activities of broiler chickens. *J. Appl. Anim. Res.*, v.46, p.278-286, 2018.
- ANDRADE, T.S.; NUNES, R.V.; SILVA, I.M.; WACHHOLZ, L. *et al.* Performance and physiological parameters in broilers fed different enzymes complexes. *Semin. Ciênc. Agrár.*, v.38, p.2765-2774, 2017.
- MIRZAIE, S.; ZAGHARI, M.; AMINZADEH, S.; SHIVAZAD, M. *et al.* Effects of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention, and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens. *Poult. Sci.*, v.91, p.413-425, 2012.
- MOURA, F.A.S.; DOURADO, L.R.B.; FARIAS, L.A.; LOPES, J.B. *et al.* Complexos enzimáticos sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos nutrientes do milho para frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.71, p.990-996, 2019.
- PESSÔA, G.B.S.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; ALBINO, L.F.T.; ARAÚJO, W.A.G. *et al.* Enzyme complex added to broiler diets: effects on performance, metabolizable energy content, and nitrogen and phosphorus balance. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc.*, v.18, p.467-474, 2016.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L.; GOMES, P.C. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.* 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.* 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016. 262p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.* 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- STATISTICAL analysis system. User's guide: statistics. Cary, NC: SAS Institute INC; 2002.
- YIN, D.; YIN,X.; WANG,X.; LEI, Z. *et al.* Supplementation of amylase combined with glucoamylase or protease changes intestinal microbiota diversity and benefits for broilers fed a diet of newly harvested corn. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, v.9, p.1-13, 2018.
- ZHU, H.L.; HU, L.L.; HOU, Y.Q.; ZHANG, J. *et al.* The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed corn-soybean diets. *Poult. Sci.*, v.93, p.1704-1712, 2014.