



Comunicação

[Communication]

Energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de coprodutos de trigo e de farinhas de origem animal em dietas para frangos de corte

[Metabolizable energy and digestible amino acids of wheat co-products and animal origin meals in broiler diets]

D.L. Silva¹, F.S. Dalólio^{1*}, L.F.T. Albino¹, H.S. Rostagno¹,
V. Ribeiro Júnior², R.A. Vieira¹

¹Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG

²Universidade Federal de Sergipe - Nossa Senhora da Glória, SE

A determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, bem como os teores de aminoácidos digestíveis, é essencial para a nutrição de precisão, com o objetivo de aperfeiçoar as dietas para frangos de corte, utilizando-se o conceito de proteína ideal. Além de proporcionar melhoria no desempenho, a aplicação desse conceito evita o excesso de proteína bruta e de aminoácidos nas dietas, com redução da excreção de nutrientes com menor poluição ambiental. Isso é válido, principalmente, quando se utilizam alimentos alternativos na formulação das dietas. Afinal, a realização de ensaios biológicos com animais, no dia a dia, é bastante onerosa, demanda tempo e carece de instalações apropriadas e mão de obra qualificada. Portanto, as pesquisas são necessárias para determinarem valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alimentos de origem vegetal e animal, no intuito de estabelecer a possibilidade de redução de custos das dietas, sem ocasionar redução no desempenho. Assim, objetivou-se determinar os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio, coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos e teores de aminoácidos digestíveis de coprodutos de trigo e de farinhas de origem animal em dietas para frangos de corte.

Todos os procedimentos realizados com os animais da pesquisa foram aprovados pelo Comitê

de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa sob o protocolo 043/2015. No primeiro experimento, foram utilizados 180 pintos, machos, Cobb 500, com 14 dias, e peso médio de 450,0±10,0g. Do nascimento até os 13 dias de idade, as aves foram criadas em galpão de alvenaria com piso coberto com maravalha, onde receberam dieta adequada para o período inicial, segundo as recomendações de Rostagno *et al.* (2011). Aos 14 dias, as aves foram transferidas para baterias metálicas providas de comedouro tipo calha, de bebedouro tipo Nipple e bandeja coberta com plástico para a realização do método de coleta total de excretas.

Para avaliar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (quatro alimentos – farelo de trigo (40% de inclusão + 60% dieta referência), farelo de glúten de trigo (30% de inclusão + 70% dieta referência), farinha de carne e ossos (20% de inclusão + 80% dieta referência), farinha de vísceras de aves (25% de inclusão + 75% dieta referência) e uma dieta basal de referência), com seis repetições de seis aves por unidade experimental. A dieta referência, foi formulada à base de milho e de farelo de soja, segundo as recomendações de Rostagno *et al.* (2011) (Tab. 1).

Recebido em 17 de abril de 2018

Aceito em 24 de janeiro de 2019

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: felipesantos181@hotmail.com

Energia metabolizável...

Tabela 1. Composição percentual da dieta referência utilizada para a determinação dos valores de energia metabolizável e composição percentual da dieta isenta de proteína para a determinação da digestibilidade ileal estandarizada e do conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos

Dieta referência ¹		Dieta isenta de proteína ²	
Ingredientes		Ingredientes	
Milho	72,886	Amido	80,310
Farelo de soja	22,368	Açúcar	5,000
Óleo de soja	1,000	Óleo de soja	5,000
Fosfato bicálcico	1,609	Fosfato bicálcico	2,100
Calcário	0,926	Calcário	0,700
Sal comum	0,481	Sal comum	0,450
DL-metionina (99%)	0,146	Carbonato de potássio	1,000
L-lisina HCl (78%)	0,168	Sabugo de milho	4,000
L-treonina (98%)	0,001	Suplemento vitamínico ³	0,150
Suplemento vitamínico ³	0,100	Suplemento mineral ⁴	0,080
Suplemento mineral ⁴	0,100	Cloreto de colina (60%)	0,200
Cloreto de colina (60%)	0,100	BHT ⁶	0,010
Salinomicina (12%) ⁵	0,055	Cinza ácida insolúvel (Celite™)	1,000
BHT ⁶	0,010	Total	100,000
Total	100,000	Composição analisada da dieta referência	
Composição calculada		Energia bruta	3890
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050	Energia metabolizável (kcal/kg)	3045
Proteína bruta (%)	16,14	Proteína bruta (%)	16,30
Lisina digestível (%)	0,847	-	-
Metionina digestível (%)	0,395	-	-
Metionina + cistina digestível (%)	0,610	-	-
Treonina digestível (%)	0,550	-	-
Triptofano digestível (%)	0,166	-	-
Cálcio (%)	0,819	-	-
Fósforo disponível (%)	0,391	-	-
Sódio (%)	0,210	-	-

¹Dieta referência utilizada para avaliar os valores de energia metabolizável dos alimentos. ²Dieta isenta de proteína utilizada para avaliar a digestibilidade ileal estandarizada e o teor de aminoácidos digestíveis dos alimentos.

³Composição por kg do produto: manganês, 75.000mg; ferro, 20.000mg; zinco, 50.000mg; cobre, 4.000mg; cobalto, 200mg; iodo, 1.500mg e veículo q.s.p., 1.000g. ⁴Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000UI; vit. D3, 2.200.000UI; vit. E, 30.000UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico, 53.0000mg; niacina, 25.000mg; vit. B12, 16.000µg; selênio, 0,25g; antioxidante, 120.000mg; e veículo q.s.p., 1.000g. ⁵Anticoccidiano. ⁶Butil-hidroxitolueno.

No primeiro experimento, o período experimental foi de 10 dias, com cinco dias de adaptação e cinco dias de coleta total de excretas. A partir do sexto dia experimental, realizaram-se duas coletas diárias totais de excretas e, posteriormente, as amostras foram acondicionadas em *freezer*, a uma temperatura de -20°C, para evitar a fermentação bacteriana do material coletado. Diariamente as excretas coletadas foram pesadas, homogeneizadas e retiraram-se subamostras, nas quais foi realizada a pré-secagem a 55°C, em estufa com ventilação forçada por 72h, para posterior determinação dos valores de matéria seca, de energia bruta e de nitrogênio (Silva e Queiroz, 2002). Com base nos resultados de

nitrogênio e de energia bruta das dietas e das excretas, foram calculados os valores de EMA e EMAn, utilizando-se as equações propostas por Sakomura e Rostagno (2016).

No segundo experimento, foram utilizados 180 frangos de corte, machos, Cobb 500, com 24 dias e peso médio de 880,00±10,0g, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (sendo os mesmos quatro alimentos e a mesma proporção de inclusão utilizados no primeiro experimento e uma dieta basal de referência isenta de proteína (DIP) (Tab.1), à base de amido, com seis repetições de seis aves por unidade experimental). Foi adicionada, em todas

as rações experimentais, a cinza ácida insolúvel Celite™ em nível de 1%. Até o 23º dia, as aves foram criadas recebendo dieta basal seguindo as recomendações de Rostagno *et al.* (2011). Posteriormente, os frangos foram alojados em baterias do 24º dia ao 28º dia de idade, recebendo as rações experimentais. Após o período experimental de quatro dias, as aves foram abatidas por eletroanestesia, para a coleta da digesta ileal. Para isso, as aves foram abertas na cavidade abdominal, retirando-se todo o conteúdo intestinal que estava a 40cm da porção do íleo terminal, anterior à junção ileocecal. As amostras da digesta ileal foram liofilizadas a vácuo, na temperatura de -40°C, por 72 horas, e realizadas as análises laboratoriais para a verificação do conteúdo aminoacídico total, por meio de HPLC, segundo metodologia descrita pela AOAC (Official..., 1995). Também foram determinados os teores de matéria seca e de nitrogênio das digestas (Silva e Queiroz, 2002). A cinza ácida insolúvel e o fator de indigestibilidade foram realizados de acordo com Joslyn (1970). Os cálculos da digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos foram realizados por meio da metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2016).

Com relação aos valores energéticos dos coprodutos de trigo, observou-se que a EMAn do farelo de trigo encontra-se próxima ao indicado por Rostagno *et al.* (2017), de 3039 kcal/kg. Já a EMAn do farelo de glúten de trigo está abaixo do observado por Rostagno *et al.* (2017), de 3493 kcal/kg. Rostagno *et al.* (2017) recomendam uma faixa de inclusão do farelo de trigo em dietas para frangos de corte de 3-5%. De acordo com Kopec *et al.* (2013) e Rostagno *et al.* (2017), o nível

prático de inclusão do farelo de glúten de trigo deve ser de 3% em dietas para frangos de corte. Apper-Bossard *et al.* (2013) afirmaram que, apesar do alto valor proteico (70-85%), existe limitação na utilização do farelo de glúten de trigo em dietas para frangos de corte, pois, em sua constituição, há dois tipos básicos de proteína, glutenina e gliadina, sendo ambas armazenadas nas células amiláceas do endosperma dos grãos, tendo, assim, baixa biodisponibilidade para ser utilizada pelas aves.

Em relação aos valores energéticos das farinhas de origem animal em estudo, observou-se que a EMAn da farinha de carne e ossos encontra-se próxima ao indicado por Rostagno *et al.* (2017), de 1899 kcal/kg. A EMAn da farinha de vísceras situa-se próxima ao observado por Eying *et al.* (2010), que avaliaram a EMAn de três amostras de farinha de vísceras de aves e encontraram valor médio de 3219 kcal/kg. Como níveis de inclusão prática das farinhas de origem animal, Rostagno *et al.* (2017) indicam 4% para farinha de carne e ossos (43%PB) e 3% para farinha de vísceras de aves em dietas para frangos de corte em crescimento e terminação. Corroborando a inclusão prática de Rostagno *et al.* (2017), Faria Filho *et al.* (2002) afirmaram que, ao se utilizarem 6% de inclusão de farinha de carne e ossos (41,58% PB) em dietas para frangos de corte, ocorre piora no desempenho das aves. Cancherini *et al.* (2005) e Silva *et al.* (2011) recomendam até 6% de inclusão de farinha de vísceras de aves em dietas para frangos de corte, desde que esta seja bem processada quanto aos aspectos de qualidade nutricional e microbiológica.

Tabela 2. Valores médios de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de energia bruta (EB), de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) dos alimentos, expressos na matéria natural

Alimentos	Farelo de trigo	Farelo de glúten de trigo	Farinha de carne e ossos	Farinha de vísceras de aves
MS (%)	86,36	89,71	91,81	92,00
PB (%)	13,79	72,14	42,54	66,25
EB (kcal/kg)	3869	4947	3157	4770
EMA (kcal/kg)	3129	3425	1821	3263
EMAn (kcal/kg)	3052	3174	1556	3200

Os coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada e os teores de aminoácidos digestíveis do farelo de trigo encontrados no presente estudo foram menores em relação aos

reportados por Rostagno *et al.* (2017), exceto para metionina, que se manteve semelhante. Com relação aos teores dos principais aminoácidos

Energia metabolizável...

digestíveis, a redução foi de 31%, 23% e 24% para lisina, treonina e valina, respectivamente.

Os teores de aminoácidos digestíveis do farelo de glúten de trigo foram maiores do que os encontrados por Rostagno *et al.* (2017), exceto para treonina, na qual se observou redução de 9%. No presente estudo, observou-se concentração maior de 19%, 25% e 14% para metionina, lisina e valina, respectivamente, em relação a Rostagno *et al.* (2017). Isso ocorreu devido aos maiores coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada encontrados no presente estudo. É válido salientar que as variações nos coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada e nas concentrações de aminoácidos digestíveis em coprodutos de trigo podem ser explicadas pela variabilidade dos grãos, pelo cultivar, pela

origem, pela forma de plantio, pelo processamento industrial e até mesmo pelo tipo de adubação utilizado.

Os coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada e os valores de aminoácidos digestíveis da farinha de carne e ossos foram semelhantes aos encontrados por Rostagno *et al.* (2017). Os coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada da farinha de vísceras de aves, encontrados no presente estudo, foram próximos aos observados por Eyng *et al.* (2010) para três amostras de farinha de vísceras de aves com teores de proteína bruta variando de 55,95 a 59,45%. Os dados de aminoácidos digestíveis da farinha de vísceras de aves, encontrados no presente estudo, foram ligeiramente maiores do que os reportados por Rostagno *et al.* (2017).

Tabela 3. Valores médios de coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada (%) e de aminoácidos digestíveis dos alimentos, expressos na matéria natural

Aminoácidos	Farelo de trigo		Farelo de glúten de trigo		Farinha de carne e ossos		Farinha de vísceras de aves	
	Essenciais							
Lisina	59,36	0,20	95,62	1,48	69,98	1,73	83,80	2,73
Metionina	87,69	0,18	97,85	1,42	68,70	0,41	85,35	0,94
Met+cist	81,66	0,43	96,70	2,50	63,55	0,51	76,66	1,57
Treonina	65,15	0,23	97,41	1,67	68,40	0,72	76,39	1,89
Arginina	68,55	0,37	98,05	2,55	60,54	2,03	91,33	3,67
Valina	71,31	0,35	98,41	3,22	73,09	1,38	81,04	2,47
Isoleucina	77,53	0,30	96,60	2,34	71,98	0,71	82,55	1,96
Leucina	76,60	0,60	98,32	4,79	69,45	1,53	85,84	3,47
Histidina	74,58	0,19	97,18	1,33	79,75	0,51	80,84	0,80
Fenilalanina	79,64	0,41	98,89	3,90	67,37	0,88	86,96	2,07
Média	74,21		97,50		69,28		83,08	
	Não essenciais							
Alanina	77,15	0,34	96,47	1,78	60,77	2,27	82,94	2,84
Aspartato	62,30	0,37	95,41	2,14	75,69	0,92	69,05	1,79
Ac. glutâmico	91,84	3,31	98,63	2,80	77,99	2,95	82,81	3,01
Cistina	76,54	0,22	94,05	1,07	52,33	0,10	65,36	0,63
Tirosina	86,63	0,26	97,50	2,77	64,22	0,58	88,41	1,39
Serina	73,42	0,43	97,72	3,50	64,63	1,02	78,27	2,26
Glicina	66,40	0,32	95,20	2,29	51,90	3,99	76,77	4,11
Média	76,32		96,42		63,93		77,66	

Com base nos valores energéticos e de aminoácidos digestíveis dos coprodutos de trigo em estudo, pode-se afirmar que existe maior limitação de inclusão em relação ao farelo de glúten de trigo nas dietas para frangos de corte. De acordo com Storebakken *et al.* (2000), o farelo de glúten de trigo só se torna viável para ser utilizado em dietas na aquicultura, nas quais ele pode substituir em até 50% a inclusão de farinha de

peixe em dietas para salmão do Atlântico, sem prejuízo no desempenho, evidenciando-se, assim, um nicho específico de utilização. Contudo, Fang *et al.* (2017) afirmaram que a utilização de enzimas de degradação no farelo de glúten de trigo associado à maior atenção dos aspectos industriais de seu beneficiamento pode ser alternativa para aumentar a solubilidade proteica e a biodisponibilidade de aminoácidos. Com isso,

pode ocorrer melhoria na qualidade do farelo de glúten de trigo com o aumento da viabilidade de inclusão em dietas para frangos de corte.

Já com relação à utilização de farinhas de origem animal em dietas para frangos de corte, Silva *et al.* (2011) citam que a ausência de padrão industrial, a possibilidade de recontaminação com *Salmonella* após a esterilização do produto e a variabilidade físico-química de sua composição, por sua vez, alteram o aproveitamento energético e de aminoácidos, limitando a sua utilização. No entanto, no presente estudo, foi possível identificar pouca variabilidade em relação aos dados mais recentes da literatura. Dados referentes à qualidade microbiológica das farinhas de origem animal após o processamento industrial são necessários e devem ser observados em conjunto com os valores energéticos, de aminoácidos digestíveis e de acordo com a produtividade das aves.

Conclui-se que os valores de EMAn do farelo de trigo, do farelo de glúten de trigo, da farinha de carne e ossos e da farinha de vísceras de aves foram de 3052, 3174, 1556 e 3200 kcal/kg, respectivamente. As médias dos coeficientes de digestibilidade ileal estandardizada dos aminoácidos essenciais e não essenciais do farelo de trigo, do farelo de glúten de trigo, da farinha de carne e ossos e da farinha de vísceras de aves foram de 74,21, 97,50, 69,28 e 83,08; 76,32, 96,42, 63,93 e 77,66, respectivamente. Os valores dos principais aminoácidos limitantes digestíveis foram 0,18, 1,42, 0,41 e 0,94 para a metionina; 0,20, 1,48, 1,73 e 2,73 para a lisina; 0,23, 1,67, 0,72 e 1,89 para a treonina; e 0,35, 3,22, 1,38 e 2,47 para a valina, respectivamente, para os alimentos em estudo.

Palavras-chave: digestibilidade, alimentos para animais, metabolizabilidade, aves de capoeira

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the metabolizable energy, standardized ileal amino acid digestibility (SIAAD) and digestible amino acid values of wheat meal (WM), wheat gluten meal (WGM), meat bone meal (MBM) and poultry-by-product meal (PPM) in diets for broilers. In the first experiment, the total excreta collection method was used, with 180 chicks with 14 days, distributed in a completely randomized design, with 4 feeds + reference diet with 6 replicates and 6 broilers each. In the second experiment, 180 broilers from 24 to 28 days old were used, distributed in a completely randomized design, with 4 feeds + one protein free diet with 6 replicates and 6 broilers each. The AMEn values of WM, WGM, MBM and PPM were 3052, 3174, 1556 and 3200 (kcal/kg), respectively. The average SIAAD of the essential and non-essential amino acids of WM, WGM, MBM and PPM were 74.21, 97.50, 69.28 and 83.08; 76.32, 96.42, 63.93 and 77.66, respectively. The values of the main digestible limiting amino acids were 0.18, 1.42, 0.41 and 0.94 for methionine; 0.20, 1.48, 1.73 and 2.73 for lysine; 0.23, 1.67, 0.72 and 1.89 for threonine; and 0.35, 3.22, 1.38 and 2.47 for valine, respectively for the feedstuffs in study.

Keywords: digestibility, feedstuffs, metabolizability, poultry

REFERÊNCIAS

APPER-BOSSARD, E.; FENEUIL, A.; WAGNER, A. *et al.* Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. *Aquat. Biosyst.*, v.9, p.1-13, 2013.

CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; OLIVEIRA, M.C. *et al.* Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p. 535-540, 2005.

EYNG, C.; NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Composição química, valores energéticos e aminoácidos digestíveis de farinhas de vísceras de aves. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.779-786, 2010.

FANG, J.; MARTÍNEZ, Y.; DENG, C. *et al.* Effects of dietary enzymolysis products of wheat gluten on the growth performance, serum biochemical, immune, and antioxidant status of broilers. *Food Agric. Immunol.*, v.28, p.1155-1167, 2017.

FARIA FILHO, D.E.; FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M. *et al.* Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. *Rev. Bras. Ciênc. Avic.*, v.4, p.1-9, 2002.

Energia metabolizável...

- JOSLYN, M.A. *Methods in food analysis: physical, chemical and instrumental methods of analysis*. 2.ed. New York: Academic Press, 1970. 845p.
- KOPEC, W.; JAMROZ, D.; WILICZKIEWICZ, A. *et al.* Antioxidation status and histidine dipeptides content broiler blood and muscles depending on protein sources in feed. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.97, p.586-598, 2013.
- OFFICIAL methods of analysis. 16.ed. Virginia: AOAC International, 1995. 1094p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 4.ed. Viçosa: UFV, 2017. 488p.
- 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.
- SILVA, E.P.; LIMA, M.B.; RABELLO, C.B. *et al.* Aspectos nutricionais de farinhas de vísceras de aves e sua utilização em rações de frangos de corte. *Ac. Vet. Bras.*, v.5, p.108-118, 2011.
- STOREBAKKENA, T.; SHEARERB, K.D.; BAEVERFJORDA, G. *et al.* Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. *Aquaculture*, v.184, p.115-132, 2000.