

Artigo Número 84
FATORES QUE INFLUENCIAM AS PERDAS ENDÓGENAS DE PROTEÍNA E
AMINOÁCIDOS EM AVES E SUÍNOS

Felipe Barbosa Ribeiro¹

Introdução

A avaliação da composição dos alimentos é parte importante da moderna nutrição animal. O conhecimento desta composição permite estimar as quantidades corretas de nutrientes, em especial a de aminoácidos, presentes nos alimentos e o quanto estão disponíveis para o uso animal, permitindo assim, formular dietas com base em aminoácidos digestíveis.

A digestibilidade aparente de aminoácidos não é corrigida para as perdas endógenas de aminoácidos, devendo ser ressaltado que existem perdas substanciais de proteínas endógenas, peptídeos e aminoácidos no trato digestivo. O uso da determinação das perdas endógenas de aminoácidos tem permitido a determinação da digestibilidade verdadeira de aminoácidos dos alimentos.

As perdas endógenas de aminoácidos representam os aminoácidos que estão presentes nas proteínas sintetizadas endogenamente e secretadas no lúmen intestinal dos animais, que não foram digerida e reabsorvida antes de alcançar o íleo distal (Tamminga et al., 1995; Hodgkinson e Moughan, 2000a). Essas perdas consistem principalmente em enzimas digestivas, mucoproteínas, descamações dos enterócitos e albumina (Moughan e Schutttert, 1991). Também podem ser proveniente de pelos ingeridos e bactérias, que não são considerados fontes de nitrogênio endógeno (Souffrant, 1991).

As perdas endógenas de aminoácidos podem ser divididas em dois componentes principais: perda basal e específica (Seve e Henry, 1996; Nyachoti et al., 1997; Jansman et al., 2002). As perdas endógenas basais (também chamada de não específica ou perdas independente da dieta) representam a quantidade mínima de aminoácidos inevitavelmente perdida pelo animal. Estas perdas são relacionadas ao fluxo físico de matéria seca de alimento pela área digestiva ou do estado metabólico dos animais, e neste caso, não é influenciado pela composição dietética (Figura 1).

As perdas endógenas específicas (também chamada de extra ou perda dependente da dieta) são influenciadas pela composição dos ingredientes da dieta. Essas perdas são induzidas por características específicas dos alimentos e podem contribuir com mais que 50% da perda endógena total de aminoácidos (Souffrant, 1991; Moughan, 2003). Vários são os fatores que podem influenciar na quantidade da proteína e aminoácidos endógenos excretados pelos animais, como o tipo e o teor de fibra, gordura, proteína e fatores antinutricionais. A ingestão de matéria seca, o peso e a idade do animal também podem afetar as perdas de aminoácidos endógenos. Esses fatores serão abordados com mais detalhes nesta revisão.

¹ Doutorando em Nutrição de Monogástricos do Departamento de Zootecnia/UFV.

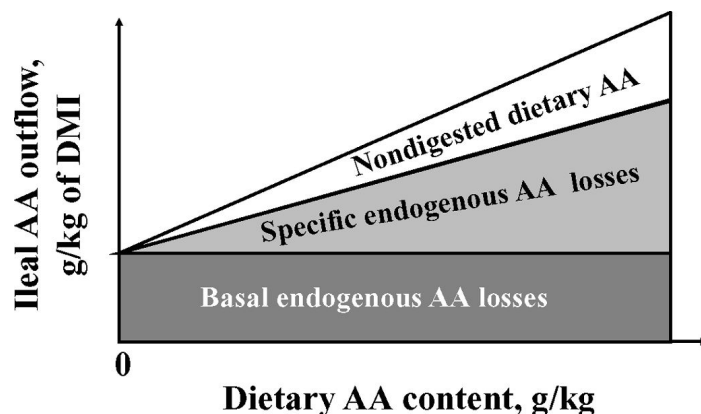


Figura 1. Partição de AA na digesta de ileal de suínos influenciado pelo conteúdo de AA dietético [adaptado de Krawielitzki et al. (1977) e Fan et al. (1994)]. Mudanças no conteúdo de AA dietético resultam da variação do nível de inclusão da proteína contida em um ingrediente que induz a perda endógena ileal de AA específicas.

Ingestão de matéria seca

Vários autores observaram reduções lineares na perda endógena ileal para suínos medida em gramas por quilograma de matéria seca ingerida para proteína e aminoácidos (Butts et al., 1993; Hess e Seve, 1999; Stein et al., 1999; Moter e Stein 2004). Em contraste, Moter e Stein (2004) relataram que o fluxo diário da perda endógena ileal aumentou com o aumento da ingestão de alimento. Isto está de acordo com James et al. (2002), que observou um aumento na perda diária de todos os aminoácidos com crescente ingestão de matéria seca em ratos. Resultados semelhantes foram também encontrados por Butts et al. (1993) e Hess e Seve (1999). Assim, a perda endógena ileal diminui quando é expressa relativa à matéria seca ingerida dos animais, mas aumenta quando é expressa como o fluxo diário. A explicação para isto é que o fluxo da fração endógena excretada de proteína e aminoácidos é em resposta a matéria seca ingerida dos animais, enquanto que outra fração é uma perda diária secretada independente matéria seca ingerida do animal (Furuya e Kaji, 1991).

Peso e idade do animal

Os valores de perda de matéria seca endógena apresentam comportamento linear crescente com o avanço da idade, e de maneira especial pode ser visto para aqueles expressos por animal. Contudo, quando se relacionam os valores de perda de nitrogênio ao peso corporal e metabólico, se verificou um comportamento inverso, demonstrando uma perda mais acentuada para animais mais jovens (Lima et al., 2008).

Lima et al. (2008) quantificaram o efeito da idade sobre as perdas endógenas em frangos de corte industrial e verificaram que as perdas endógenas diminuíram com o avanço da idade, considerando o peso vivo e metabólico (Tabela 1).

Tabela 1. Valores das perdas de nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno em diferentes idades (dias).

Idade (dias)				
Variáveis	5	15	25	35
Perda de Nitrogênio fecal metabólico + Nitrogênio urinário endógeno				
(gN/ave)	1,29c	2,40b	2,38b	5,27a
(% de PC)	1,97a	0,66b	0,25c	0,28c
(gN/kgPC)	19,71a	6,56b	2,50c	2,78c
(gN/kgPC ^{0,75})	17,74a	8,58b	3,87c	4,61c

Fonte: Lima et al., 2008. Médias seguidas de mesma letra nas linhas, não diferem ao teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade

Teor e o tipo de fibra da dieta

A fibra tem sido um dos fatores responsáveis pelo aumento da secreção endógena de aminoácidos, tanto pela descamação das células epiteliais, devido à sua natureza física (Shah et al., 1982), quanto pela adsorção de peptídeos, aminoácidos e enzimas digestivas (Scheeman, 1978), além de estimular a produção de proteína de origem bacteriana (Schulze et al., 1994).

Pozza et al. (2003) trabalhando com níveis crescentes de fibra bruta na dieta (1 a 4%), provenientes da inclusão da casca de arroz à dieta isenta de proteína, observaram aumento da perda endógena dos aminoácidos. Neste mesmo estudo, os autores encontraram uma menor perda endógena para o aminoácido metionina em todos os tratamentos. Tal resultado pode ser explicado, em parte, pelo fato de o conteúdo de aminoácidos sulfurosos, tanto na camada de mucina quanto no suco pancreático, ser frequentemente menor, comparado aos demais aminoácidos (Pöhland et al., 1993). Observaram-se também aumento significativo nos valores de perda endógena de treonina em função dos níveis de fibra na dieta, que, de acordo com Grala et al. (1998), é devido ao aumento de glicoproteínas provenientes do muco intestinal, que possuem grande quantidade de treonina.

De Lange et al. (1989) demonstraram que as perdas endógenas de nitrogênio são maiores quando se utilizou a pectina purificada, do que celulose purificada para suínos alimentados com dieta livre de proteína. Isso indica que diferentes tipos de fibras provocam diferentes efeitos nas perdas endógenas de nitrogênio.

Teor de proteína da dieta

O teor de proteína consumido na dieta também pode afetar as perdas endógenas de nitrogênio. Eklund et al. (2008), trabalhando com seis níveis crescentes de proteína bruta obtidos com inclusão de caseína como única fonte protéica na dieta para leitões desmamados, encontraram valores lineares crescentes da recuperação de proteína bruta e de todos os aminoácidos, com exceção da cistina e glicina. Relações crescentes de recuperação ileal de nitrogênio em função da ingestão dietética de caseína hidrolisada enzimaticamente (0 a 200g/kg) também foram encontradas para suínos em crescimento (Hodgkinson et al., 2000b, Figura 2). O resultado demonstra que o efeito estimulatório do peptídeo dietético no fluxo de aminoácido endógeno possui uma relação de dose dependência.

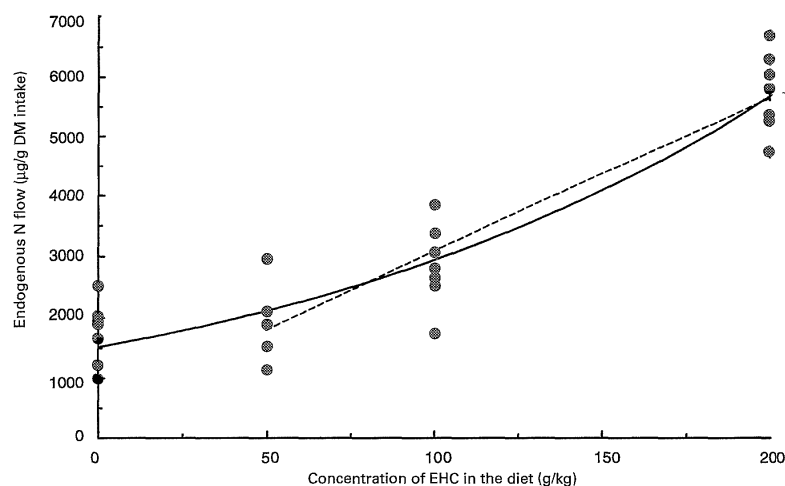


Figura 2 - Fluxo de nitrogênio endógeno em suínos em crescimento alimentados com dieta contendo 0, 50, 100, 200 g de caseína enzimaticamente hidrolisada (CHE)/Kg. (—), regressão não linear para os dados de todas as dietas. (----), regressão linear para os dados da dieta contendo 50, 100, 200 g CHE/Kg.

Teor de lipídios da dieta

As perdas endógenas podem ser influenciadas pelos níveis de lipídio na dieta. Juste et al. (1983) estudaram o fluxo da bile, lipídios biliares e pool de ácidos biliares quando três níveis de gordura (2, 10, 20%) foram fornecidos para suínos em crescimento. Os autores constataram que a produção de ácidos biliares foi 49% maior na dieta que continha 10% de gordura em relação à que continha 2% de gordura, enquanto nenhum aumento adicional foi observado com o acréscimo de 20%. A produção de fosfolipídeos biliares aumentou 29,0% entre 2 e 10% e 69,5% entre 10 e 20% de inclusão de gordura. Neste mesmo trabalho constatou-se que o aumento correspondente à produção de colesterol biliar foi maior que 33% entre 2 e 10% ou 10 e 20% de gordura.

A presença de lipídeos no duodeno estimula a produção de colecistocinina, a qual, por sua vez, estimula a produção de bile e suco pancreático. Aumentada a secreção de

suco pancreático, a quantidade de enzimas digestivas no intestino delgado será maior. Portanto, a adição de lipídeos na dieta pode implicar no aumento das perdas endógenas devido a uma maior secreção de bile e suco pancreático (Almeida, 2005).

Fatores antinutricionais da dieta

Os taninos, considerados um fator antinutricional, são componentes polifenólicos que podem se ligar aos aminoácidos e proteínas deixando-os indisponíveis. Estudo realizado por Rostagno et al. (1973), observaram que a adição do sorgo ou do ácido tânico em dietas isentas de proteína resultou na excreção de quatro vezes mais aminoácidos endógenos e metabólicos de pintos e que o sorgo de alto tanino proporcionou menor digestibilidade dos aminoácidos.

Ahmed et al. (1991), mostraram que frangos de corte recebendo níveis crescentes de taninos apresentaram baixa atividade de tripsina e alfa-amilase e inibição das dipeptidases e alfa-galactosidades com o aumento dos níveis de tanino, levando ao aumento do pâncreas.

Estudos *in vitro* mostraram que o transporte de L-treonina, em meio contendo sódio é de 75% quando é 0% a concentração de tanino, mas é reduzida para 35 e 28% quando a concentração aumentava para 0,5 e 1%, respectivamente. Estes resultados sugerem que o efeito antinutricional do tanino nos alimentos é em parte devido à sua ação inibidora sobre o transporte de proteínas e aminoácidos na borda em escova (King et al, 2000).

Vários trabalhos confirmam que o ácido fítico é um fator antinutricional capaz de estimular o aumento do fluxo de material endógeno no intestino delgado das aves (Cowieson et al., 2004; Onyango et al., 2004). Cowieson e Ravindran (2007), trabalhando com diferentes níveis de ácido fítico (8,5, 11,5 e 14,5 g/kg) na dieta, observaram um aumento significativo do fluxo de nitrogênio e aminoácidos endógenos com o aumento da ingestão de ácido fítico.

Outros componentes dietéticos também podem aumentar a excreção endógena de nitrogênio, como por exemplo, os inibidores de protease. O aumento da secreção de enzimas pancreática foi observado em vários estudos usando ratos, camundongos e aves alimentadas com dietas contendo inibidores de protease (Gertler e Nitsan, 1970; Laporte e Tremolieres, 1973; Roy e Schneeman, 1981; Temler et al., 1984). A presença desses inibidores no organismo animal impede a ação das enzimas responsáveis pela digestão das proteínas, provocando nos animais uma hiperestimulação da produção de enzimas pelo hormônio colecistoquinina (CCK) e como consequência uma hiperplasia e hipertrofia do pâncreas. O excesso de enzimas secretadas pelo pâncreas é eliminado nas fezes, representando um aumento das perdas endógenas.

Considerações finais

Atualmente, o balanceamento de dietas a partir de valores de digestibilidade ileal verdadeiro dos aminoácidos tem permitido ao nutricionista formular dietas mais adequadas às exigências produtivas de cada animal, utilizar alimentos alternativos que podem diminuir os elevados custos com alimentação, sem prejudicar o desempenho

produtivo, e reduzir a excreção de resíduos nitrogenados, que são fonte potencial para a produção de gases tóxicos e contaminação para o meio ambiente.

Para isso, conhecer os fatores que influenciam as perdas endógenas de proteína e aminoácidos constitui uma importante ferramenta para interpretação e utilização dos valores de perdas endógenas de proteína e aminoácidos para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos utilizados pelos animais monogástricos, a fim de maximizar o potencial de crescimento das espécies e a retenção protéica.

Referências Bibliográficas

AHMED, A. E.; SMTHARD, R.; ELLIS, M. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. **British Journal Nutrition**, v.65, n.2, p.189-197, 1991.

ALMEIDA, E. C. **Digestibilidade ileal e perdas endógenas de aminoácidos em dietas com óleo de soja para suínos em crescimento**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras. 57p, 2005.

BUTTS, C. A.; MOUGHAN, P. J.; SMITH, W. C. et al. The effect of food dry matter intake on the endogenous ileal amino acid extraction determined under peptide alimentation in the 50kg live weight pig. **Journal Science Food Agriculture**, v.62, p.235-243, 1993.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC T. & BEDFORD M. R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **Br Poult Sci** 45, 101-108, 2004.

COWIESON, A. J AND RAVINDRAN, V. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. **British Journal of Nutrition** 98, 745-752, 2007.

DE LANGE, C.F.M.; SAUER, W.C.; MOSENTHIN, R. et al. The effect of feeding different protein-free diets on the recovery and amino acid composition of endogenous protein collected from the distal ileum and feces in pigs. **Journal of Animal Science**, v.67, p.746-754, 1989a.

EKLUND, M.; MOSENTHIN, R.; PIEPHO, H.-P ; RADEMACHER, M. Effect of dietary crude protein level on basal ileal endogenous losses and standardized ileal digestibilities of crude protein and amino acids in newly weaned pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. *No prelo*.

FAN, M. Z., W. C. SAUER, R. T. HARDIN, AND K. A. LIEN. Determination of apparent ileal AA digestibility in pigs: Effect of dietary AA level. **J. Anim. Sci.** 72:2851-2859, 1994.

FURUYA, S., AND Y. KAJI. The effects of feed intake and purified cellulose on the endogenous ileal amino acid flow in growing pigs. **Br. J. Nutr.** 68:463-472, 1991.

GERTLER, A. AND NITSAN, Z.,. The effect of trypsin inhibitors on pancreatopeptidase E, trypsin and chymotrypsin and amylase an the pancreas and intestinal tract of chicks receiving raw and heated soya-bean diets. **Br. J. Nutr.**, 24: 893-904, 1970.

GRALA, W.; VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A.J.M. et al. Ileal apparent protein and amino acid digestibilities and endogenous nitrogen losses in pigs fed soybean and rapeseed products. **Journal of Animal Science**, v.76, p.557-568, 1998.

HESS, V., AND B. SEVE. Effect of body weight and feed intake level on basal ileal endogenous losses in growing pigs. **J. Anim. Sci.** 77:3281-3288, 1999.

HODGKINSON, S. M., AND P. J. MOUGHAN. A.A.. The collection of ileal digesta and characterisation of the endogenous component. Pages 57-76 in **Feed Evaluation. Principles and Practice**. P. J. Moughan, M. W. A. Verstegen, and M. I. Visser-Reyneveld, ed. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands. 2000a.

HODGKINSON, S. M.; MOUGHAN, P. J.; REYNOLDS, G. W. et al. The effect dietary peptide concentration on endogenous ileal amino acid loss in the growing pig. **British Journal Nutrition**, v.83, n.4, p.421-430, 2000b.

JAMES, K. A. C., C. A. BUTTS, J. P. KOOLAARD, H. E. DONALDSON, M. F. SCOTT, AND P. J. MOUGHAN.. The effect of food dry matter intake on the flow of amino acids at the terminal ileum for rats fed an enzyme-hydrolysed casein-based diet. **J. Sci. Food Agric.** 82:1128-1135, 2002.

JANSMAN, A. J. M.; SIMINK, W. et al. Evaluation through literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum of pigs. **Animal Feed Science and technology**, v. 98, p. 49-60, 2002.

JUSTE, C.; DEMARNE, Y.; CORRING, T. Response of bile flow, biliary lipids and bile acid pool in the pig to quantitative variations in dietary fat. **Journal Nutrition**, v.113, n.9, p.1691-701, Sept, 1983.

KING, D.; FAN, M. Z.; EJETA, G. et al. The effects of tannins on nutrient utilization in the White Pekin duck. **British Poultry Science**, v.41, p.630-639, 2000.

KRAWIELITZKI, K., R. VOLKER, S. SMULIKOWSKA, H. D. BOCK, AND J. WUENSCH. Weitere Untersuchungen zum Multi-kompartiment- Modell des Proteinstoffwechsels. **Arch Anim. Nutr.** 27:609-621,1977.

LAPORTE, J.C. AND TREMOLIERES, J.,. Action de la trypsine et des inhibiteurs tryptiques sur la secretion pancmatique. **Nutr. Metab.**, 15: 192-206,1973.

MOUGHAN, P. J. AA digestibility and availability in food and feedstuffs. Pages 199-221 in **Digestive Physiology in Pigs. Proc.** 9th Intl. Symp. Vol. 1. R. O. Ball, ed. Univ. Alberta, Alberta, Canada. 2003.

MOUGHAN, P.J.; SCHUTTERT, G. Composition of nitrogen-containing fractions in digesta from the distal ileum of pigs fed a protein-free diet. **Journal Nutr.** v.121, p.1570-1574, 1991.

MOTER, V. e STEIN, H. H. Effect of feed intake on endogenous losses and amino acid and energy digestibility by growing pigs. **J Anim. Sci.** 82:3518-3525.2004

NYACHOTI, C. M., C. F. M. DE LANGE, B. W. MCBRIDE, AND H. SCHULZE. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: A review. **Can. J. Anim. Sci.** 77:149-163, 1997.

ONYANGO, E. M.; ASEM E.K.; SANDS, J. S. & ADEOLA. Dietary phytates increase endogenous losses in ducks and chickens. **Poult Sci** 83, Suppl. 1, 149-150, 2004.

PÖHLAND, U.; SOUFFRANT, W.C.; SAUER, W.C. et al. Effect of feeding different diets on the exocrine pancreatic secretion of nitrogen, amino acids and enzymes in growing pigs. **Journal of Science Food Agriculture**, v.62, p.229-237, 1993.

POZZA, P. C. ET AL. Avaliação da perda endógena de aminoácidos, em função de diferentes níveis de fibra para suínos. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1354-1361, 2003.

ROY, D.M. AND SCHNEEMAN, B.O.,. Effect of soy protein, casein and trypsin inhibitor on cholesterol, bile acids and pancreatic enzymes in mice. **J. Nutr.**, 111: 878-885, 1981.

ROSTAGNO, H. S., FEATHERSTON, W. R., ROGLER, J. C. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks: Growth studies. **Poultry Science**, 52:765-772, 1973.

SCHEEMAN, B.O. 1978. Effect of plant fibre on lipase, trypsin and chymotripsin activity. **J. Food Sci.**, v.43, p.634-635.

SCHULZE, H., VAN LEEUWEN, P., VERSTEGEN, M.W.A., et al. 1994. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs, **J. Anim. Sci.**, v.72, p.2362.

SEVE, B., AND Y. HENRY. Protein utilization in non-ruminants. Pages 59-82 in **Protein Metabolism and Nutrition**, Proc. 7th Intl. Symp., Vale de Santarém, Portugal. 24-27 May 1995. A. F. Nunes, A. V. Portugal, J. P. Costa, and J. R. Ribeiro, ed. EAAP-Publication No.81. Estac,ao Zootecnica, Santarém, Portugal. 1996.

SHAH, N., ATTALAH, M., MAHONEY, R., et al. 1982. Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. **J.Nutr.**, v.112, p.658-666.

SOUFFRANT, W.C. Endogenous nitrogen losses during digestion in pigs. In: 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 1991, Wageningen: Netherlands. **Proceedings...** Wageningen, Netherlands: PUDOC, p.147-166, 1991.

STEIN, H. H., N. L. TROTTIER, C. BELLAVER, AND R. A. EASTER. The effects of feeding level and physiological status on total flow and amino acid composition of endogenous protein at the distal ileum in swine. **J. Anim. Sci.** 77:1180-1187. 1999.

TAMMINGA, S., H. SCHULTZE, J. VAN BRUCHEM, AND J. HUISMAN.. The nutritional significance of endogenous N-losses along the gastro-intestinal tract of farm animals. **Arch. Anim. Nutr.** 48:9-22, 1995.

TEMLER, R.S., DORMOND, C.A., SIMON, E. AND MOREL, B., The effect of feeding soybean trypsin inhibitor and repeated injections of cholecystokinin on rat pancreas. **J. Nutr.**, 114: 1083-1091. 1984.