

Digestibilidade Ileal de Aminoácidos de Alimentos Utilizados em Dietas Pré-Iniciais para Leitões, Determinada pelo Método do Sacrifício¹

Lourdes Romão Apolônio², Juarez Lopes Donzele³, Rita Flávia Miranda de Oliveira³, Francisco Carlos de Oliveira Silva⁴, André Viana Coelho de Souza⁵, Darci Clementino Lopes³, Letícia da Silva Freitas⁶

RESUMO - Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar a digestibilidade ileal, aparente e verdadeira, dos aminoácidos de alimentos, como: leite em pó, soro de leite, soja micronizada, soja extrusada e plasma suíno, comumente utilizados na formulação de dietas pré-iniciais para leitões, pela técnica do sacrifício. Foram utilizados 96 leitões mestiços com 40 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, oito repetições e dois animais por unidade experimental. As dietas foram formuladas para fornecer 7% de PB para o soro de leite e 13% para os demais alimentos, sendo o alimento avaliado a única fonte de proteína. Foi utilizada uma dieta isenta de proteína para determinação da perda endógena de aminoácidos. Os animais foram abatidos sete horas após a ingestão das dietas experimentais, sendo a digesta ileal coletada para formação de uma amostra composta de digesta de oito animais, obtendo-se duas amostras por tratamento. Os maiores valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais foram obtidos no soro de leite, leite em pó e soja extrusada, sendo os menores coeficientes de digestibilidade verdadeira encontrados na soja micronizada. A treonina foi o aminoácido essencial que apresentou menor coeficiente de digestibilidade verdadeira em todos os alimentos avaliados. A metionina foi o aminoácido que apresentou maior coeficiente de digestibilidade verdadeira no soro de leite, na soja extrusada, na soja micronizada e no plasma suíno, enquanto a lisina foi o de maior coeficiente de digestibilidade verdadeira no leite em pó. O menor coeficiente de digestibilidade da lisina foi obtido na soja micronizada.

Palavras-chave: aminoácidos, digestibilidade ileal, leitões, técnica do sacrifício

Ileal Digestibility of Amino Acids in Feedstuffs Used in Pre-Starter Diets Determined by the Slaughter Technique

ABSTRACT - This study was carried out to determine ileal digestibilities in feedstuffs used in diets for piglets by the slaughter technique. The apparent and true digestibilities for skimmed milk powder, milk whey, extruded soybean, micronized soybean and swine plasma were determined. Ninety six crossbred piglets with forty days of age were allotted to a completely randomized design, with eight replications and two piglets for experimental unit. The animals were fed 5 diets (7% CP for WP and 13% for other diets), each containing one protein source. A protein free diet was used to calculate the endogenous nitrogen losses. The animals were slaughtered seven hours after feed intake. The highest coefficients of true digestibility of essential aminoacids were determined for milk whey, skimmed milk powder and extruded soybean and the lowest true digestibilities values were obtained for micronized soybean. Threonine was the essential aminoacid of lowest true digestibility among the evaluated feedstuffs. Methionine was the aminoacid of highest true digestibility in milk powder, extruded soybean, micronized soybean and swine plasma, while lysine showed the highest coefficient of true digestibility in skimmed milk powder. The lowest digestibility of lysine was obtained for micronized soybean.

Key Words: aminoacids, ileal digestibility, piglets, slaughter technique

Introdução

A indústria suinícola tem diminuído cada vez mais a idade de desmame dos animais, visando à maior produção de terminados/porca/ano. Porém, esse desmame ocorre com o sistema digestivo dos leitões ainda imaturo, requerendo, assim, o emprego de

alimentos de alta digestibilidade e valor nutritivo na composição de rações iniciais. Entretanto, há uma escassez de informações sobre valores de digestibilidade de nutrientes, especialmente de proteína e aminoácidos em alimentos utilizados nas dietas de leitões jovens (Fan et al., 1995).

A digestibilidade de proteína e aminoácidos, de-

¹ Parte da tese de Mestrado do primeiro autor - Projeto financiado pela FAPEMIG.

² Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial-FAPEMIG. E-mail: lrapolonio@hotmail.com

³ Professores do DZO/UFV. E-mail: donzele@mail.ufv.br; flavia@mail.ufv.br; dclopes@ufv.br

⁴ Pesquisador da EPAMIG/CTZM. E-mail: fcosilva@ufv.br

⁵ Estudante de Doutorado - DZO/UFV. E-mail: avsouza@alunos.ufv.br

⁶ Estudante de Iniciação Científica - FAPEMIG.

terminada pelo método de análise fecal, não reflete as quantidades desses nutrientes disponíveis para absorção e subsequente síntese protéica (Sauer et al., 1982), visto que não considera a ação da microflora do intestino grosso sobre as proteínas e os aminoácidos. A análise fecal resulta em erros na determinação da digestibilidade, que pode ser superestimada quando ocorre degradação do nitrogênio e da proteína no intestino grosso ou, subestimada, quando há síntese (Laplace, 1986). Desde que a digestão e a absorção da maioria dos nutrientes sejam essencialmente completas no intestino delgado, um índice mais acurado de utilização pode ter como base amostras coletadas no íleo terminal (Easter & Tanksley Júnior, 1973).

O uso de animais intactos, denominado método do abate ou método do sacrifício, tem sido uma das técnicas utilizadas na determinação da digestibilidade ileal de aminoácidos nos alimentos para leitões. As principais críticas a esta técnica se referem ao fato de obter apenas uma informação por animal e à dificuldade de obtenção de amostras representativas, sendo necessário envolver número maior de animais para cada tratamento. Porém, possui vantagens como modificação mínima da função intestinal, uma vez que não envolve manipulação do trato digestivo; possibilidade de coleta de vários segmentos do intestino; não apresenta problemas relacionados à textura do alimento; e requer menor período experimental.

Assim, objetivou-se, com este estudo, determinar a digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de alimentos empregados em rações iniciais para leitões, utilizando-se a técnica do sacrifício de animais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no galpão de creche do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, no mês de janeiro de 2000.

Foram utilizados 96 leitões mestiços (Landrace x Large White), machos e fêmeas, com 40 dias de idade. Os leitões foram desmamados aos 25 dias de idade, transferidos para creches e alojados em gaiolas suspensas com 1,60 m de comprimento e 1,00 m de largura, dotadas de bebedouros tipo chupeta e comedouros semi-automáticos, localizadas em um galpão de alvenaria, com piso de concreto, cobertura com telha de barro e forro de madeira rebaixado. Os animais receberam dieta pré-inicial até o início do

período experimental, aos 40 dias de idade, quando foram, então, distribuídos em seis tratamentos, com oito repetições e dois animais por unidade experimental.

Foram utilizadas cinco dietas, que tiveram como única fonte de proteína um dos alimentos: soro de leite em pó, leite em pó desnatado, soja micronizada, soja extrusada ou plasma suíno, as quais foram suplementadas com vitaminas e minerais. Foi também utilizada uma dieta isenta de proteína (DIP), para determinação das perdas endógenas de proteínas e aminoácidos. A composição percentual e aminoacídica dos alimentos encontra-se na Tabela 1.

A dieta contendo o soro de leite como fonte de proteína formulada para conter 7% de proteína bruta e as demais formuladas para conter 13% de proteína estão apresentadas na Tabela 2. Os demais valores de exigências nutricionais foram obtidos em tabelas como as de Rostagno et al. (1994) e NRC (1998), para leitões na categoria de 5 a 15 kg. Em todas as dietas foi adicionado 0,5% de óxido crômico, para ser usado como indicador na determinação dos coeficientes de digestibilidade.

Água e alimentos foram fornecidos à vontade aos leitões. O consumo foi determinado por balança, considerando-se o alimento fornecido, os desperdícios e as sobras.

Foi realizado um protocolo experimental para determinar o momento ideal para o abate dos animais, nos quais parte da dieta fornecida era encontrada ainda no estômago e parte no intestino grosso. Determinaram-se um jejum prévio de 40 horas e o tempo para abate de sete horas após a ingestão da dieta experimental.

Os animais foram abatidos por atordoamento na nuca, seguido de perfuração do coração e rápida sangria. Logo em seguida, foi realizada a abertura da cavidade abdominal por incisão ventral. A passagem da digesta entre a válvula íleocecal e o fim da prega íleocecal foi obstruída com o auxílio de pinças intestinais. Um segmento de aproximadamente 20 cm foi, então, retirado, lavado com água destilada e enxugado com pano limpo, para extração da digesta.

As digestas de oito animais foram reunidas para compor cada amostra, possibilitando, assim, o volume de amostra suficiente, para realizar as análises laboratoriais, e o "pool" de amostras foi obtido por meio das duas amostras de cada tratamento.

Análises dos teores de matéria seca, proteína bruta e óxido crômico nas rações e digestas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia/UFV, de acordo com as

Tabela 1 - Composição de aminoácidos dos alimentos e da proteína bruta, em porcentagem, na matéria natural¹
 Table 1 - Amino acids and crude protein composition of feedstuffs, as fed basis (%)

	Leite em pó desnatado <i>Skimmed milk powder</i>	Soro de leite em pó <i>Milk whey powder</i>	Soja micronizada <i>Micronized soybean</i>	Soja extrusada <i>Extruded soybean</i>	Plasma suíno <i>Swine plasma</i>
Proteína <i>Protein</i>	33,750	11,000	41,630	37,000	78,310
Arginina <i>Arginine</i>	1,356	0,380	3,423	2,983	4,159
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	1,846	0,333	2,257	2,041	4,997
Histidina <i>Histidine</i>	1,201	0,288	1,331	1,137	3,511
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	1,938	0,592	1,998	1,794	1,916
Leucina <i>Leucine</i>	3,585	0,973	3,223	2,935	8,726
Lisina <i>Lysine</i>	3,051	0,934	2,739	2,415	8,171
Metionina <i>Methionine</i>	0,776	0,178	0,553	0,562	1,843
Treonina <i>Threonine</i>	1,592	0,678	1,626	1,556	4,991
Valina <i>Valine</i>	2,430	0,596	2,127	1,858	6,443
Alanina <i>Alanine</i>	1,300	0,510	1,844	1,737	5,148
Ácido aspártico <i>Aspartic acid</i>	2,842	1,045	4,896	4,478	8,344
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	7,884	1,766	7,938	8,067	9,944
Cistina <i>Cystine</i>	0,258	0,229	0,5950	0,582	2,172
Glicina <i>Glycine</i>	0,916	0,407	1,932	1,766	3,221
Serina <i>Serine</i>	1,997	0,523	2,063	1,988	4,935
Tirosina <i>Tyrosine</i>	1,354	0,203	1,284	1,222	2,573

¹ Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal - Ajinomoto (Analyses were determined at Animal Nutrition Lab - Ajinomoto).

metodologias descritas por Silva (1990).

As análises dos aminoácidos nos alimentos e nas amostras de digesta ileal foram realizadas por cromatografia de troca iônica, nos laboratórios da Ajinomoto Animal Nutrition, em Paris, França.

Os coeficientes de digestibilidades aparente e verdadeira da matéria seca, proteína e dos aminoácidos foram determinados por meio das seguintes fórmulas:

1 - Fator de indigestibilidade (FI)

$$FI = \frac{Cr_2O_3 \text{ dieta}}{Cr_2O_3 \text{ digesta}}$$

2 - Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CMSD)

$$MSD (\%) = 100 - (FI_1 \times 100)$$

em que: FI₁ = fator de indigestibilidade da dieta testada.

3 - Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDapPB)

$$CDapPB (\%) = \frac{PB \text{ dieta} - (PB E_1 \times FI_1) \times 100}{PB \text{ dieta}}$$

em que: E₁ = digesta da dieta testada.

4 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta (CDvPB)

$$CDvPB (\%) = \frac{PB \text{ dieta} - (PB \text{ digesta} \times FI_1 - PBe \times FI_2) \times 100}{PB \text{ dieta}}$$

em que: PBe = proteína bruta endógena excretada na digesta ileal; e FI₂ = fator de indigestibilidade da dieta isenta de proteína (DIP).

5 - Coeficiente de digestibilidade aparente de aminoácidos

Tabela 2 - Composição centesimal das dietas experimentais
 Table 2 - Percentage composition of experimental diets

Ingrediente (%) <i>Ingredient</i>	Dieta experimental <i>Experimental diet</i>					
	DIP	Leite em pó desn. <i>Skimmed milk powder</i>	Soja mícron. <i>Dried whey</i>	Soro de leite <i>Micron soybean</i>	Soja extrusada <i>Extruded soybean</i>	Plasma suíno <i>Swine plasma</i>
Leite em pó <i>Milk powder</i>	-	39,263	-	-	-	-
Soro de leite <i>Dried Whey</i>	-	-	68,426	-	-	-
Soja micronizada <i>Micron soybean</i>	-	-	-	30,169	-	-
Soja extrusada <i>Extruded soybean</i>	-	-	-	-	37,260	-
Plasma suíno <i>Swine plasma</i>	-	-	-	-	-	17,575
Amido <i>Starch</i>	50,950	17,910	5,936	24,962	17,924	37,926
Açúcar <i>Sugar</i>	8,000	5,000	3,000	5,000	5,000	5,000
Lactose <i>Lactose</i>	30,000	30,000	15,000	30,000	30,000	30,000
Óleo vegetal <i>Vegetable oil</i>	8,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,250	0,231	0,908	1,901	1,941	0,595
Calcário <i>Limestone</i>	0,850	0,610	-	0,765	0,670	1,671
Sal <i>Salt</i>	0,250	0,256	-	0,503	0,475	0,503
Px. mineral ² <i>Mineral mix</i>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Px. vitamínico ³ <i>Vitamin mix</i>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Óxido crômico <i>Chromium oxide</i>	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Composição calculada ⁴ <i>Calculated composition</i>						
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	0,000	7,000	13,000	13,000	13,000	13,000
Energia dig. (kcal/kg) <i>Digestible energy</i>	4056	3766	3969	3879	3986	3649
Ca (%)	0,614	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
P total (%)	0,280	0,690	0,440	0,510	0,580	0,410

¹ Valores expressos na matéria natural.

² Composição por 500 g de mistura: Fe, 90,0 g; Cu, 10,0 g; Co, 2,0 g; Mn, 40,0 g; Zn, 70,0 g; e I, 2,0 g.

³ Composição por kg de mistura: vit. A, 10.000.000 UI; vit. D₃, 1.000.000 UI; vit. E, 15.000 UI; vit. B₁, 1,5 g; vit. B₂, 3,0 g; vit. B₆, 1,5 g; ác. pantotênico (*panthotenic acid*), 12,0 g; vit. C, 30,0 g; vit. K₃, 12,5 g; ác. nicotínico (*nicotinic acid*), 22,0 g; antioxidante (*antioxidant*), 20,0 g; e vit. B₁₂, 2,0 mg.

⁴ Valores calculados a partir das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais de Aves e Suínos (Rostagno et al., 1994).

(CDapAA) - (Rostagno & Featherston, 1977).

$$\text{CDapAA (\%)} = \frac{\text{mg AA/g dieta} - \text{mg AA/g E}_1 \times \text{FI}_1 \times 100}{\text{mg AA/g dieta}}$$

6 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira de

aminoácidos (CDvAA) - (Rostagno & Featherston, 1977).

$$\text{CDvAA (\%)} = \frac{\text{mg AA/g dieta} - (\text{mg AA/g E}_1 \times \text{FI}_1 - \text{mg AA/g E}_2 \times \text{FI}_2) \times 100}{\text{mg AA/g dieta}}$$

Resultados e Discussão

Os coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca (CDMS) das dietas experimentais e os coeficientes de digestibilidades ileal aparente (CDapPB) e verdadeira (CDvPB) da proteína bruta do leite em pó, soro de leite, soja micronizada, soja extrusada e plasma suíno são apresentados na Tabela 3.

Os CDMS e CDapPB da soja micronizada (90,26 e 83,51%) e da soja extrusada (90,87 e 88,77%) foram maiores que os obtidos por Marty et al. (1994), que foram de 74,40 e 71,70% para a soja micronizada e 76,10 e 75,60% para a soja extrusada, respectivamente.

Os CDvPB da soja extrusada (92,07%) e do soro de leite (89,84%) foram superiores aos apresentados por Eurolysine (1995), que corresponderam a 90,30 e 76,40%, respectivamente.

O CDvPB obtido para o leite em pó (88,98%) foi semelhante aos determinados por Eurolysine (1995) e àqueles contidos em Rhône... (1993), que corresponderam a 89,60 e 88,00%, respectivamente.

Digestibilidade ileal aparente

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos essenciais e não-essenciais do leite em pó, do soro de leite, da soja micronizada, da soja extrusada e do plasma suíno encontram-se na Tabela 4.

Os maiores valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos essenciais foram de 92,10; 91,87; e 91,64%, obtidos para a soja extrusada, leite em pó e soro de leite, respectivamente.

A maior variação no coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos essenciais entre os alimentos ocorreu para a treonina (79,61% da soja micronizada e 89,00% da extrusada) e a menor para a arginina (89,98% do leite em pó e 93,83% da soja extrusada). Dentre os aminoácidos essenciais, a treonina foi o

que apresentou menor coeficiente de digestibilidade em todos os alimentos, com exceção do verificado no plasma suíno, no qual a isoleucina foi o aminoácido menos digestível. O baixo coeficiente de digestibilidade da treonina pode ser explicado pelo fato de estar presente em altas concentrações na secreção endógena (Sauer & Ozimek, 1986) e pela sua baixa velocidade de absorção (Fan et al., 1995).

A soja micronizada apresentou menores coeficientes de digestibilidade em todos os aminoácidos, em relação à soja extrusada. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais obtidos, de 92,10% para a soja extrusada e 87,71% para a soja micronizada, foram superiores aos encontrados por Marty et al. (1994), correspondendo a 77,34 e 74,26%, respectivamente.

Nos alimentos soja extrusada e micronizada, a lisina e a arginina foram os aminoácidos que apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade ileal aparente, enquanto a treonina foi o que exibiu o menor coeficiente. Esses resultados estão consistentes com os obtidos por Marty et al. (1994), que relataram ser a treonina o aminoácido com menor coeficiente de digestibilidade nessas fontes protéicas.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente obtidos para a soja extrusada foram superiores aos referendados em Rhône...(1993) para animais em crescimento e em Knabe et al.(1989), para animais canulados de 25 a 45 kg.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos histidina (91,44%) e fenilalanina (92,58%) obtidos para a soja extrusada foram semelhantes aos apresentados por Eurolysine (1995), que foram de 91,60 e 92,80%, respectivamente. No entanto, a arginina apresentou resultado inferior, enquanto os demais aminoácidos exibiram coeficientes de digestibilidade superiores aos desses mesmos autores.

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca (CDMS) das dietas experimentais e coeficientes de digestibilidades ileal aparente (CDapPB) e verdadeira (CDvPB) de proteína bruta de alimentos¹

Table 3 - Coefficients of ileal digestibility of dry matter (CDMS) of experimental diets and coefficients of apparent (CDapPB) and true (CDvPB) ileal digestibility of crude protein and amino acids of feedstuffs¹

	Alimentos Feedstuffs				
	Leite em pó desnatado <i>Skim milk powder</i>	Soro de leite <i>Dried whey</i>	Soja extrusada <i>Extruded soybean</i>	Soja micrón. <i>Micron soybean</i>	Plasma suíno <i>Swine plasma</i>
CDMS (%)	86,98	90,26	90,87	90,26	90,33
CDapPB (%)	85,68	82,55	88,77	83,51	84,21
CDvPB (%)	88,98	89,84	92,07	87,01	87,65

¹ Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal - DZO/UFV (Analyses were determined at Animal Nutrition Lab - DZO/UFV).

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade ileal aparente (DA) e verdadeira (DV) dos aminoácidos em alimentos para leitões (%)

Table 4 - Coefficients of apparent (DA) and true (DV) ileal digestibility of amino acids of feedstuffs to piglets (%)

Aminoácido (%) <i>Amino acid</i>	Leite em pó desnatado <i>Skimmed milk powder</i>		Soro de leite <i>Dried whey</i>		Soja extrusada <i>Extruded soybean</i>		Soja micron. <i>Micron soybean</i>		Plasma suíno <i>Swine plasma</i>	
	DA	DV	DA	DV	DA	DV	DA	DV	DA	DV
Essencial <i>Essential</i>										
Arginina <i>Arginine</i>	89,98	94,25	90,20	99,03	93,83	95,81	91,41	93,59	90,58	93,55
Histidina <i>Histidine</i>	90,23	93,43	89,17	96,89	91,44	94,9	86,32	90,03	92,29	94,62
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	93,58	95,89	94,44	98,82	92,53	95,08	88,60	91,48	81,66	86,65
Leucina <i>Leucine</i>	94,90	96,97	95,26	99,68	92,54	95,12	87,85	90,81	91,13	92,94
Lisina <i>Lysine</i>	95,74	97,10	95,63	98,20	93,35	95,1	91,51	93,45	93,60	94,68
Metionina <i>Methionine</i>	93,36	96,18	92,76	99,72	92,05	95,94	88,82	93,80	93,47	95,95
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	93,61	96,12	90,73	98,97	92,58	94,96	88,87	91,57	91,06	93,08
Treonina <i>Threonine</i>	83,45	89,07	85,60	93,23	89,00	94,88	79,61	86,68	82,45	86,27
Valina <i>Valine</i>	92,79	95,37	91,00	97,08	91,56	95,01	86,42	90,20	89,95	92,02
Média (AAE) <i>Average</i>	91,87	94,93	91,64	97,96	92,10	95,20	87,71	91,29	89,58	92,20
Não essencial <i>Nonessential</i>										
Alanina <i>Alanine</i>	86,71	92,15	89,10	97,13	90,79	94,95	84,23	89,16	89,35	92,28
Ác. aspártico <i>Aspartic acid</i>	90,74	94,28	93,08	98,66	90,96	93,26	87,31	89,95	86,15	88,72
Ác. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	94,85	96,30	93,99	97,74	94,00	95,44	90,19	92,04	88,04	90,50
Cistina <i>Cystine</i>	61,17	75,29	89,40	98,62	88,71	95,11	75,32	83,2	83,15	86,73
Glicina <i>Glycine</i>	72,03	80,92	83,18	94,77	86,40	91,11	75,23	80,65	80,31	85,70
Serina <i>Serine</i>	88,82	92,52	86,29	94,47	91,11	94,91	85,12	89,73	82,52	85,71
Tirosina <i>Tyrosine</i>	94,81	97,02	91,26	99,80	92,60	95,10	88,97	91,97	89,77	92,26
Média (AANE) <i>Average</i>	84,16	89,78	89,47	97,31	90,65	94,27	83,77	88,10	85,61	88,84

O coeficiente de digestibilidade aparente da lisina da soja extrusada (93,35%), encontrado neste estudo, foi 51,60% maior em relação ao de 61,58% obtido por Fan et al. (1995) com leitões de 10 a 12 kg. Estes autores atribuíram os baixos valores de digestibilidade ileal obtidos à alta atividade dos inibidores de tripsina presentes na soja extrusada avaliada. Essa observação corrobora o relato de Grala et al. (1999), que afirmaram que na soja a atividade do inibidor de tripsina parece ter maior efeito negativo sobre a digestão de proteína e sobre a perda de nitrogênio

endógeno no íleo terminal, o que resulta em redução no coeficiente de digestibilidade aparente dos aminoácidos.

Com relação ao leite em pó, o coeficiente de digestibilidade obtido para leucina (94,90%) foi similar ao referendado em Rhône... (1993), que foi de 94,00%, e o coeficiente de digestibilidade obtido para fenilalanina (93,61%) foi similar aos referendados em NRC (1998) e em Rhône... (1993), que corresponderam a 93,00 e 94,00%, respectivamente. Os coeficientes obtidos para a lisina (95,74%), valina

(92,79%) e isoleucina (93,58%) foram superiores aos apresentados por Eurolysine (1995) e NRC (1998), que corresponderam a 86,90; 89,20; e 86,90% e a 91,00; 90,00; e 86,00%, respectivamente. O coeficiente de digestibilidade obtido para arginina (89,98%) foi similar ao referendado em NRC (1998), que correspondeu a 89,00%, e superior a 84,20% apresentado por Eurolysine (1995). Entretanto, Leibholz (1985), determinando a digestibilidade dos aminoácidos do leite em pó, com leitões aos 56 dias de idade, pela técnica do sacrifício, obteve menores coeficientes de digestibilidade para todos os aminoácidos essenciais em relação aos obtidos nesta pesquisa.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais do leite em pó foram inferiores, exceto leucina e lisina, aos determinados por Viljoen et al. (1998a), utilizando a técnica da anastomose íleorretal, e aos de Viljoen et al. (1998b), obtidos com leitões canulados, exceto para a metionina.

O valor médio do coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos essenciais obtido para o leite em pó (91,87%) foi superior ao apresentado por Sohn et al. (1994), que relataram coeficiente de digestibilidade médio dos aminoácidos essenciais de 89,30% e inferior ao apresentado por Viljoen et al. (1998a,b), que foram de 95,03 e 96,47%, respectivamente. Este último resultado foi obtido pelo método da diferença, com os autores relatando que o uso desse método pode superestimar os valores de digestibilidade do nitrogênio e de aminoácidos, uma vez que subestima a digestibilidade da dieta basal, quando esta é formulada com baixo nível de proteína e aminoácidos.

Para o soro de leite, o coeficiente de digestibilidade médio aparente dos aminoácidos essenciais (91,64%) foi superior aos apresentados por Eurolysine (1995) e NRC (1998), que foram de 74,67 e 83,50%. Os coeficientes de digestibilidade da lisina, metionina e treonina de 83,80; 75,2; e 74,80%, respectivamente, referendados em Eurolysine (1995), foram inferiores a 95,63; 92,76; e 85,60%, encontrados neste estudo. Entretanto, Fan & Sauer (1995) afirmaram que o método direto não é apropriado para determinação de digestibilidade de aminoácidos em alimentos com baixo conteúdo protéico, como é o caso do soro de leite, uma vez que há subestimação dos valores em relação com outros métodos de determinação.

O plasma suíno apresentou coeficiente de digestibilidade médio de 89,58% para os aminoácidos essenciais, que variaram de 81,66% para a isoleucina e 93,60% para a lisina. A treonina não foi o aminoácido

menos digestível no plasma, mas também apresentou baixa digestibilidade (82,45%), em comparação com os demais aminoácidos. Os coeficientes de digestibilidade da arginina (90,58%), histidina (92,29%) e treonina (82,45%) foram semelhantes aos referendados em NRC (1998), que corresponderam a 90,00; 91,00; e 82,00%, respectivamente. No entanto, os valores obtidos para os demais aminoácidos essenciais foram superiores aos apresentados naquela tabela, com exceção da isoleucina, com a maior diferença entre os coeficientes sendo observada para a metionina (91,06 vs. 64,00%).

Digestibilidade ileal verdadeira

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais do leite em pó, do soro de leite, da soja micronizada, da soja extrusada e do plasma suíno, encontram-se na Tabela 4. Na determinação dos coeficientes da digestibilidade verdadeira, utilizou-se os valores de excreção endógena de aminoácidos obtidos com os animais que receberam a dieta isenta de proteína (Tabela 5).

Dentre os alimentos avaliados, a soja micronizada foi o que apresentou os menores coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais, que variaram de 86,68% para a treonina a 93,80% para a metionina, resultando em coeficiente médio de 91,29%.

No leite em pó, os aminoácidos essenciais treonina e histidina foram os que apresentaram os menores coeficientes de digestibilidade, enquanto a lisina exibiu o maior coeficiente de digestibilidade. Os coeficientes de digestibilidade obtidos para metionina (96,18%) e leucina (96,97%) foram semelhantes aos referendados por Eurolysine (1995), para o leite em pó integral, que corresponderam a 96,70 e 97,00%, respectivamente; e aos apresentados por Rhône... (1993), que corresponderam a 95,00 e 96,00%, respectivamente. Com relação aos demais aminoácidos essenciais, foi constatado que os coeficientes de digestibilidade da lisina (97,10%), arginina (94,25%), isoleucina (95,89%) e valina (95,37%), obtidos nesta pesquisa, foram superiores àqueles apresentados em Eurolysine (1995), enquanto os coeficientes de digestibilidade obtidos para a arginina (94,25%), fenilalanina (96,12%) e lisina (97,10%) foram similares aos apresentados por Rhône... (1993), que corresponderam a 95,00; 97,00; e 96,00%, respectivamente.

Tabela 5 - Valores médios de aminoácidos endógenos ileais, determinados na dieta isenta de proteína (DIP)

Table 5 - Average ileal endogenous amino acids values, determined in the free protein diet (DIP)

Aminoácidos ¹ <i>Amino acid</i>	mg/g DIP consumida
Arginina <i>Arginine</i>	239
Histidina <i>Histidine</i>	159
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	181
Leucina <i>Leucine</i>	306
Lisina <i>Lysine</i>	171
Metionina <i>Methionine</i>	88
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	195
Treonina <i>Trreonine</i>	369
Valina <i>Valine</i>	258
Alanina <i>Alanine</i>	292
Ác. aspártico <i>Aspartic acid</i>	416
Ác. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	472
Cistina <i>Cystine</i>	150
Glicina <i>Glycine</i>	336
Serina <i>Serine</i>	305
Tirosina <i>Tyrosine</i>	124

¹ Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal - Ajinomoto
(Analyses were determined at Aninal Nutrition Lab - Ajinomoto).

Valores similares aos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos lisina (97,10%) e valina (95,37%) no leite em pó foram obtidos por Viljoen et al. (1998a), com animais em crescimento, correspondendo a 96,20 e 95,60%, respectivamente.

Quanto à soja extrusada, foi verificado que os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais foram superiores aos apresentados por Rhône... (1993) e Eurolysine (1995), com exceção daquele da fenilalanina (94,96%), que foi similar, e ao da arginina, que foi inferior (95,81 vs. 97,60%) aos valores apresentados por Eurolysine (1995).

O soro de leite foi o alimento que apresentou maiores coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, com coeficiente de digestibilidade da lisina de 98,20%. Como o soro de leite possui baixo teor de proteína e aminoácidos, os aminoácidos de origem endógena participam, em grande proporção, dos aminoácidos totais que chegam até o íleo, o que resulta, conseqüentemente, em baixos coeficientes de digestibilidade aparente. Entretanto, a digestibilidade verdadeira não é influenciada pelo conteúdo de aminoácidos da dieta.

Os maiores coeficientes de digestibilidade verdadeira obtidos para o plasma suíno foram os da metionina (95,95%), histidina (94,62%) e lisina (94,68%) e os menores, os da treonina (86,27%) e isoleucina (86,65%). Não foram encontrados valores de coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos para o plasma suíno, na literatura disponível.

A variação nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos, observada na literatura, pode ser devida a diferenças na metodologia (Mosenthin et al., 2000), diferenças entre amostras de mesmo alimento (Sauer & Ozimek, 1986) e dificuldade de obtenção de amostras

Tabela 6 - Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros dos alimentos, em porcentagem, na matéria natural
 Table 6 - Values of the true digestible amino acids of the feedstuffs, as fed basis

Aminoácido (%) <i>Amino acid</i>	Leite em pó desnatado <i>Skimmed milk powder</i>	Soro de leite <i>Dried whey</i>	Soja micron. <i>Micron soybean</i>	Soja extrusada <i>Extruded soybean</i>	Plasma suíno <i>Swine plasma</i>
Arginina <i>Arginine</i>	1,278	0,376	2,858	3,203	3,891
Histidina <i>Histidine</i>	1,122	0,279	1,097	1,198	3,322
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	1,858	0,585	1,706	1,828	1,660
Leucina <i>Leucine</i>	3,476	0,970	2,792	2,927	8,110
Lisina <i>Lysine</i>	2,963	0,917	2,297	2,560	7,736
Metionina <i>Methionine</i>	0,746	0,177	0,539	0,519	1,768
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	1,774	0,329	1,938	2,067	4,651
Treonina <i>Threonine</i>	1,418	0,632	1,476	1,409	4,306
Valina <i>Valine</i>	2,317	0,579	1,765	1,919	5,929
Alanina <i>Alanine</i>	1,198	0,495	1,649	1,644	4,751
Ác. aspártico <i>Aspartic acid</i>	2,679	1,031	4,176	4,404	7,403
Ác. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	7,592	1,726	7,699	7,306	8,999
Cistina <i>Cystine</i>	0,194	0,226	0,554	0,495	1,884
Glicina <i>Glycine</i>	0,741	0,386	1,609	1,558	2,760
Serina <i>Serine</i>	1,848	0,494	1,887	1,851	4,230
Tirosina <i>Tyrosine</i>	1,314	0,202	1,162	1,181	2,374

representativas, observada, principalmente, na técnica do sacrifício (Donkoh et al., 1994; Nyachoti et al., 1997).

Os valores dos aminoácidos digestíveis dos alimentos analisados são apresentados na Tabela 6.

Conclusões

Considerando a variação dos resultados verificada entre os valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos obtidos neste trabalho e os referendados nas tabelas de composição de alimentos, cujos valores normalmente são determinados com animais em fase de crescimento, conclui-se que, na elaboração de rações para leitões jovens, deveriam ser considerados os valores de aminoácidos digestíveis dos alimentos determinados em animais com peso representativo da fase.

Literatura Citada

- DONKOH, A.; MOUGHAN, P. J.; SMITH, W. C. Comparison of the slaughter method and simple T-piece cannulation of the terminal ileum for determining ileal amino acid digestibility in meat and bone meal for the growing pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.49, p.43-56, 1994.
- EASTER, R.A., TANKSLEY JÚNIOR, T.D. A technique for re-entrant ileocecal cannulation of swine. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p.1099-1103, 1973.
- FAN, M.Z.; SAUER, W.C. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in barley and canola meal for pigs with the direct, difference, and regression methods. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2364-2374, 1995.
- FAN, M.Z.; SAUER, W.C.; de LANGE, C.F.M. Amino acid digestibility in soybean meal, extruded soybean and full-fat canola for early-weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.52, n.3-4, p.189-203, 1995.
- EUROLYSINE – ITCF. **Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs**, 1995. 53p.

- GRALA, W.; VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A.J.M. et al. Apparent protein digestibility and recovery of endogenous nitrogen at the terminal ileum of pigs fed diets containing various soyabean products, peas or rapessed hulls. **Animal Feed Science and Technology**, v.80, n.3-4, p.231-245, 1999.
- KNABE, D.A.; LA RUE, D.C.; GREGG, E.J. et al. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.67, p.441-458, 1989.
- LAPLACE, J.P. Amino acid availability in pig feeding. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 4., Madrid, **Anais...** Madrid, 1986. v.9, p.109-128.
- LEIBHOLZ, J. An evaluation of total and digestible lysine as a predictor of lysine availability in protein concentrates for young pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 53, n.3, p.615-624, 1985.
- MARTY, B.J.; CHAVEZ, E.R.; DE LANGE, C.F.M. Recovery of amino acids at the distal ileum for determining apparent and true ileal amino acid digestibilities in growing pigs fed various hest-processed full-fat soybean products. **Journal of Animal Science**, v.72, n.8, p.2029-2037. 1994.
- MOSENTHIN, R.; SAUER, W.C.; BLANK, R. et al. The concept of digestible amino acids in diet formulation for pigs. **Livestock Production Science**, v.64, p.265-280. 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- NYACHOTI, C.M.; de LANGE, C.F.M.; McBRIDE, B.W. et al. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, n.1, p.149-163, 1997.
- RHÔNE-POULENC ANIMAL NUTRITION. **Feed ingredients formulation in digestible amino acids**. 2. ed. Rhodimet Nutrition Guide. 1993. 55p.
- ROSTAGNO, H.S.; FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinação de disponibilidade de aminoácidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.1, p.64-75, 1977.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos** (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 59p.
- SAUER, W.C.; OZIMEK, L. Digestibility of amino acids in swine: Results and their practical applications. A review. **Livestock Production Science**, v.15, n.4, p.367-388, 1986.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SOHN, K.S.; MAXWELL, C.V.; SOUTHERN, L.L. et al. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs: II. Effects on ileal amino acid digestibility. **Journal of Animal Science**, v.72, n.3, p.631-637, 1994.
- VILJOEN, J.; FICK, J.C.; COETZEE, S.E. et al. Apparent and true amino acid digestibilities of feedstuffs in pigs employing the total ileal content (TIC) technique and the mobile nylon bag technique (MNBT). **Livestock Production Science**, v.53, n.3, p.205-215, 1998a.
- VILJOEN, J.; COETZEE, S.E.; FICK, J.C. et al. The ileal amino acid digestibility of different protein sources for early-weaned piglets. **Livestock Production Science**, v.54, n.1, p.45-53, 1998b.

Recebido em: 19/02/02

Aceito em: 03/06/02