

Digestibilidade Ileal de Aminoácidos de alguns Alimentos, Determinada pela Técnica da Cânula T Simples com Suínos

Lourdes Romão Apolônio², Juarez Lopes Donzele³, Rita Flávia Miranda de Oliveira³, André Viana Coelho de Souza⁴, Francisco Carlos de Oliveira Silva⁵, Silvano Bünzen⁶

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho determinar os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira e de aminoácidos, utilizando-se a técnica da cânula T simples, com suínos. Foram utilizados oito suínos canulados, machos, castrados (Landrace x Large White). Os alimentos analisados foram: quirera de arroz, sorgo baixo tanino, farelo de trigo, milho, leveduras de cana e de cerveja. As dietas contendo a quirera de arroz, sorgo, farelo de trigo e milho como fonte de proteína foram formuladas para fornecer 7% de proteína bruta e as demais dietas contendo as leveduras de cana e de cerveja foram formuladas para fornecer 13% de proteína bruta. Foi adicionado 0,5% de óxido crômico nas dietas experimentais, como marcador de digestibilidade. A coleta da digesta foi feita após período de adaptação de cinco dias para determinação do consumo de ração, três dias para regularização do fluxo intestinal, num período de 24 horas, feitas a intervalos de 3 horas, começando logo após a alimentação. As amostras foram obtidas de digestas coletadas de grupos de dois animais. Entre os alimentos avaliados, a quirera de arroz, sorgo e milho apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade verdadeira, enquanto os menores valores foram obtidos para o farelo de trigo. A treonina foi o aminoácido essencial de menor digestibilidade verdadeira na quirera de arroz, farelo de trigo e nas leveduras de cerveja e cana. A lisina foi o aminoácido menos digestível no sorgo e no milho.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, crescimento, digestibilidade verdadeira

Ileal Digestibilities of Amino Acids in of some Feedstuffs Determined by Simple Canula T Technique with Swines

ABSTRACT - The objective of this work was evaluate the apparent and true ileal digestibility of aminoacids feedstuffs, using the technique of simple canula T, with swines. Were used eight barrows canulated (Landrace x Large White). The feedstuffs evaluated were rice broked, low tanine sorghum, wheat bran, millet, brewer yeast and sugar cane yeast. The diets with rice broked, sorghum, wheat bran, millet as protein source were formulated to provide 7% of crude protein and the others diets with brewer's and sugar cane yeasts were formulated to provide 13% of crude protein. Chromic oxide was used as digestibility marker. The collect of digest was made after adaptation period of five days para determination of feed intake and three days for the regularization of intestinal flux, for a period of 24 hours, in intervals of three hours beggining after the feed intake. The samples were obtained from digests collected from groups of two animals. Among the evaluated feedstuffs, the rice broked, sorghum and millet showed higher coefficients of true digestibility, while the lower values were obtained to wheat bran. Threonine was the essential aminoacid with lower digestibility in rice broked, wheat bran, brewer yeast and sugar cane yeast. Lysine was the aminoacid less digestible in sorghum and millet.

Key Words: digestible aminoacids, growth, true digestibility

Introdução

Tradicionalmente, o balanceamento de dietas para suínos tem sido realizado com base na composição química dos alimentos. Todavia, as análises laboratoriais descrevem apenas o valor potencial dos alimentos, nada informando sobre a digestibilidade dos nutrientes, que pode ser significativamente menor.

Embora a digestibilidade fecal tenha sido aceita como proposta metodológica por quase duas décadas, vários estudos mostraram que a digestibilidade ileal dos aminoácidos é melhor estimativa do valor nutricional das proteínas do que a digestibilidade fecal, visto que esta não considera a ação da microflora do intestino grosso sobre as proteínas e os aminoácidos, conseqüentemente, um método

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

⁴ Estudante de Doutorado - DZO/UFV. E.mail: avsouza@alunos.ufv.br

⁵ Pesquisador da EPAMIG/CTZM. E.mail: fcosilva@ufv.br

⁶ Estudante de Graduação - DZO/UFV.

mais útil para se incluir na formulação de dietas para suínos (Just et al., 1985; Williams, 1995).

O uso de valores de digestibilidade ileal na formulação de dietas aumenta o número de alimentos que podem ser utilizados na formulação, sem prejuízos na qualidade nutricional da dieta, possibilitando a utilização de subprodutos oriundos da indústria de alimentos humanos, reduzindo o custo da produção de suínos (Williams, 1995).

Assim, diversas técnicas têm sido utilizadas para se obter a digestibilidade de aminoácidos nos alimentos para suínos, mas a análise de amostras de digesta coletadas no íleo terminal tem recebido atenção especial dos pesquisadores. A coleta de digesta no íleo terminal de suínos por meio da implantação da cânula T simples tem apresentado vantagens, como por exemplo simplicidade da cirurgia, menor período de recuperação pós-cirúrgico e menor alteração da fisiologia digestiva, quando comparada às outras técnicas de avaliação nutricional.

Nesse sentido, propôs-se este trabalho com o objetivo de se determinar a digestibilidade ileal aparente e verdadeira da proteína e dos aminoácidos de alimentos, utilizando-se a cânula T simples com suínos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no galpão de creche do Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, no período de abril a junho de 2000.

Foram utilizados oito suínos mestiços (Landrace x Large White), machos castrados, com peso médio de $35 \pm 1,7$ kg. A implantação da cânula T simples, utilizando a técnica adaptada de Donkoh et al (1994), foi realizada no Centro Cirúrgico de Grandes Animais, do Departamento de Veterinária, da Universidade Federal de Viçosa. Os animais foram alojados em gaiolas com 1,60 m de comprimento e 1,00 m de largura, em sala de alvenaria, telhado de telha de barro e janelas de vidro tipo basculante. Foi utilizado termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido, para registro diário da temperatura e umidade relativa no interior do galpão.

Durante três dias após a cirurgia os animais receberam níveis terapêuticos de antibióticos, como medicação profilática. As suturas foram removidas após 10 dias da cirurgia. Inicialmente, foi fornecida pequena quantidade de ração sendo aumentada gradativamente até o estabelecimento do consumo normal.

Os tratamentos consistiram de seis dietas, tendo como única fonte de proteína um dos alimentos, quirera de arroz, sorgo baixo tanino, farelo de trigo, milho, levedura de cana ou levedura de cerveja, e uma dieta isenta de proteína (DIP) para determinação da excreção endógena de proteína e aminoácidos. A composição protéica e aminoacídica dos alimentos encontra-se na Tabela 1.

As dietas contendo a quirera de arroz, sorgo, farelo de trigo e milho como fonte de proteína foram formuladas para fornecer 7,00% de proteína bruta e as demais dietas contendo as leveduras de cana e cerveja para fornecer 13,00% de proteína bruta. A composição centesimal das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com Rostagno et al. (1994), exceto para exigência de proteína. O nível de fibra bruta foi estabelecido em 2,00%, obtido através da adição de casca de arroz, exceto as dietas contendo milho e farelo de trigo como fonte de proteína que excederam o nível de fibra desejado (2,78 e 4,51% FB, respectivamente). Foi adicionado em todas as dietas 0,50% de óxido crômico, como indicador da digestibilidade.

Os alimentos foram avaliados em quatro animais, sendo portanto, avaliados dois alimentos em cada ensaio de digestibilidade. A duração dos ensaios de digestibilidade foi de nove dias cada, sendo cinco dias para determinação do consumo de ração, três dias para regularização do fluxo intestinal e um dia de coleta de digesta, sendo feita a cada 3 horas começando logo após a alimentação. Adotou-se descanso de três dias para os animais, entre os ensaios.

Os animais receberam a mesma quantidade de ração por unidade de peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), com base no menor consumo obtido, duas vezes ao dia, às 7:00 e às 19:00 horas, divididas em quantidades iguais. A ração foi fornecida umedecida para facilitar a ingestão e evitar perdas.

A digesta ileal coletada foi imediatamente colocada em freezer. Após o término da coleta, a digesta obtida foi descongelada, homogeneizada e liofilizada, para evitar degradação dos aminoácidos. As amostras secas foram moídas, acondicionadas em frascos de vidros com tampa, para posteriores análises. As amostras analisadas foram compostas da digesta de dois animais de um mesmo tratamento.

Os teores de matéria seca e cromo nas digestas, dietas experimentais e DIP foram determinados no

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

Aminoácidos ¹ Aminoacids	Alimentos feedstuffs					
	Quirera de arroz <i>Cracked rice</i>	Sorgo baixo tanino <i>Low tanine sorghum</i>	Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	Milheto <i>Millet</i>	Levedura de cerveja <i>Brewer yeast</i>	Levedura de cana <i>Sugar cane yeast</i>
Matéria seca <i>Dry matter</i>	91,96	93,33	94,46	92,69	92,50	93,24
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	7,70	10,41	8,28	14,83	44,34	40,18
Ácido aspártico <i>Aspartic acid</i>	0,590	0,720	0,642	1,100	4,310	4,260
Ácido glutâmico <i>Glutamic acid</i>	1,090	2,230	1,521	2,750	4,900	4,280
Alanina <i>Alanine</i>	0,350	0,980	0,443	1,140	2,690	2,510
Arginina <i>Arginine</i>	0,460	0,370	0,491	0,490	2,160	1,870
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	0,290	0,670	0,316	0,610	1,670	1,540
Glicina <i>Glycine</i>	0,280	0,330	0,448	0,380	1,740	1,660
Histidina <i>Histidine</i>	0,130	0,230	0,229	0,230	0,830	0,770
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	0,390	0,380	0,236	0,910	3,220	3,380
Leucina <i>Leucine</i>	0,500	1,390	0,441	1,420	3,120	3,090
Lisina <i>Lysine</i>	0,340	0,180	0,353	0,440	4,280	4,410
Serina <i>Serine</i>	0,300	0,490	0,367	0,660	2,220	2,250
Tirosina <i>Tyrosine</i>	0,130	0,420	0,155	0,190	0,870	0,840
Treonina <i>Threonine</i>	0,220	0,360	0,291	0,490	2,140	2,210
Valina <i>Valine</i>	0,340	0,510	0,373	0,700	2,370	2,290

¹Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal da UFV (Analyses were performed at the Animal Nutrition Lab – UFV).

Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com as metodologias descritas por Silva (1990).

As composições em aminoácidos das fezes e rações foram determinadas por cromatografia líquida de alta performance (HPLC), usando um Alto Analisador de Aminoácidos L8500A, Hitachi, conforme procedimentos descritos pela AOAC (1990). Triptofano, metionina e cisteína não foram quantificados.

A determinação da digestibilidade ileal dos aminoácidos foi calculada com base nos níveis de cromo (Cr), nas rações e digestas dos suínos, por

meio do cálculo do fator de indigestibilidade (FI), sendo utilizadas as 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)

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

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Dietas <i>Diets</i>						
	DIP	Quirera de arroz <i>Cracked rice</i>	Sorgo baixo tanino <i>Low tanine sorghum</i>	Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	Milheto <i>Millet</i>	Levedura de cerveja <i>Brewer yeast</i>	Levedura de cana <i>Sugar cane yeast</i>
Quirera de arroz <i>Cracked rice</i>	-	90,91	-	-	-	-	-
Sorgo baixo tanino <i>Low tanine sorghum</i>	-	-	67,24	-	-	-	-
Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	-	-	-	47,27	-	-	-
Milheto <i>Millet</i>	-	-	-	-	47,20	-	-
Levedura de cerveja <i>Brewer yeast</i>	-	-	-	-	-	29,32	-
Levedura de cana <i>Sugar cane yeast</i>	-	-	-	-	-	-	32,35
Açúcar <i>Sugar</i>	41,07	0,75	10,65	21,16	23,87	32,43	30,00
Amido <i>Starch</i>	50,00	0,55	17,00	28,00	25,00	32,00	32,12
Casca de arroz <i>Rice hulls</i>	5,05	4,13	1,32	-	-	2,83	2,60
Calcário <i>Limestone</i>	0,70	0,64	0,92	1,12	0,78	1,14	1,00
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,24	1,15	0,95	0,50	1,25	0,41	0,04
Suplemento mineral ¹ <i>Mineral mix</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ² <i>Vitamin mix</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sal <i>Salt</i>	0,24	0,17	0,22	0,25	0,20	0,17	0,19
Óleo vegetal <i>Vegetable oil</i>	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Óxido crômico <i>Chromium oxide</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada <i>Calculated composition</i>							
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	0,08	7,00	7,00	7,00	7,00	13,00	13,00
Energia digestível (kcal/kg) <i>Digestible energy</i>	3650	3270	3433	2988	3420	3594	3528
Fibra bruta (%) <i>Crude fiber</i>	2,00	2,00	2,00	4,51	2,78	2,00	2,00
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Fósforo disponível (%) <i>Available phosphorus</i>	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Sódio (%) <i>Sodium</i>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

¹ Conteúdo/500 g de mistura mineral (*Content/500 g of mineral mix*): 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.

² Conteúdo/kg de mistura vitamínica (*Content/kg of vitamin mix*): 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; ácido pantotênico (*pantothenic acid*) - 12,0 g; Vit. C - 30,0 g; Vit. K₃ - 12,5 g; ácido nicotínico (*nicotinic acid*) - 22,0 g; antioxidante (*antioxidant*) - 20,0 g; e Vit. B₁₂ - 2,0 mg.

$$\text{CDapPB (\%)} = \frac{\text{PB dieta} - (\text{PB } E_1 \times \text{FI}_1) \times 100}{\text{PB dieta}}$$

em que: E_1 = digesta da dieta testada

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

$$\text{CDvPB (\%)} = \frac{\text{PB dieta} - (\text{PB digesta} \times \text{FI}_1 - \text{PBe} \times \text{FI}_2) \times 100}{\text{PB dieta}}$$

em que: PBe = proteína bruta endógena excretada na digesta ileal; FI_2 = fator de indigestibilidade da dieta isenta de proteína (DIP)

5 – Coeficiente de digestibilidade aparente de aminoácidos (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)

$$\text{CDvAA (\%)} = \frac{\text{mg AA/g dieta} - (\text{mg AA/g } E_1 \times \text{FI}_1 - \text{mg AA/g } E_2 \times \text{FI}_2) \times 100}{\text{mg AA/g dieta}}$$

em que: E_2 = digesta da dieta isenta de proteína; FI_2 = Fator de indigestibilidade da dieta isenta de proteína.

Na determinação dos coeficientes da digestibilidade verdadeira, utilizaram-se os valores de excreção endógena de aminoácidos obtidos com os animais que receberam a dieta isenta de proteína.

Resultados e Discussão

Durante o período experimental, a temperatura máxima média foi de $26,4 \pm 1,8^\circ\text{C}$ e mínima, de $22,8 \pm 2,6^\circ\text{C}$ no interior do galpão experimental. A umidade relativa foi $74,8 \pm 7,8\%$.

Digestibilidade ileal aparente

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e dos aminoácidos essenciais e não-essenciais da quirera de arroz, sorgo, farelo de trigo, milho e das leveduras de cana e cerveja encontram-se na Tabela 3.

Dentre os alimentos avaliados, somente a quirera de arroz e a levedura de cerveja apresentaram valo-

res de digestibilidade aparente da proteína bruta acima de 80,00%.

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína obtido para o sorgo (73,94%) foi similar aos referendados em Rhône... (1993) e Eurolysine (1995), que corresponderam a 75,00 e 72,70%, respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade da proteína obtido para a levedura de cerveja (81,26%) foi superior à 65,40% apresentado por Eurolysine (1995), para a levedura de cerveja com 49,10% de proteína bruta.

Já o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína obtido para o farelo de trigo (50,77%) foi inferior aos apresentados em Eurolysine (1995) e Rhône... (1993), que corresponderam a 63,50 e 69,00%, respectivamente.

Não foram encontrados na literatura coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta para o milho, quirera de arroz e levedura de cana.

Os maiores valores médios de digestibilidade aparente dos aminoácidos essenciais foram obtidos para a levedura de cerveja, quirera de arroz, sorgo e milho.

A maior variação na digestibilidade dos aminoácidos essenciais, entre os alimentos, ocorreu para a treonina (46,88% para o farelo de trigo e 76,13% para o milho) e a menor variação ocorreu para a arginina (77,10% na levedura de cana e 88,70% na quirera de arroz).

Dentre os aminoácidos essenciais, a treonina foi o aminoácido de menor digestibilidade aparente no farelo de trigo (46,88%) na quirera de arroz (65,80%), levedura de cerveja (74,26%) e levedura de cana (68,96%) enquanto a lisina apresentou menor digestibilidade no sorgo (70,61%) e no milho (71,33%). A baixa digestibilidade da treonina é consistente com os resultados de outros estudos (Fontes et al., 1998; Haydon & Hobbs, 1991) e se deve, provavelmente, à sua alta concentração na mucina da mucosa intestinal (Fuller, 1994).

O coeficiente médio de digestibilidade aparente dos aminoácidos essenciais da quirera de arroz foi 81,00%, variando de 65,80% para a treonina a 88,70% para a arginina. Entre os alimentos avaliados, a quirera de arroz foi o que apresentou os maiores coeficientes de digestibilidade para arginina e a isoleucina.

Com relação ao sorgo, o coeficiente médio de

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade ileal aparente da proteína bruta (CDapPB) e dos aminoácidos dos alimentos, com suínos¹Table 3 - Coefficients of ileal apparent digestibility of crude protein (CDapPB) and amino acids of feedstuffs, with swines¹

Aminoácidos ² Aminoacids	Alimentos feedstuffs					
	Quirera de arroz <i>Cracked rice</i>	Sorgo baixo tanino <i>Low tanine sorghum</i>	Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	Milheto <i>Millet</i>	Levedura de cerveja <i>Brewer's yeast</i>	Levedura de cana <i>Sugar cane yeast</i>
CDapPB (%)	81,21	73,94	50,77	75,63	81,26	70,46
Arginina <i>Arginine</i>	88,7	83,54	81,87	83,83	87,34	77,10
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	82,08	86,07	62,22	85,04	81,03	70,86
Histidina <i>Histidine</i>	82,93	81,71	81,53	83,90	85,72	72,48
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	84,87	81,41	62,57	82,91	79,81	78,43
Leucina <i>Leucine</i>	82,79	84,51	60,67	86,12	81,84	74,77
Lisina <i>Lysine</i>	80,26	70,61	77,68	71,33	85,54	81,13
Treonina <i>Threonine</i>	65,80	74,96	46,88	76,13	74,26	68,96
Valina <i>Valine</i>	80,74	80,59	60,38	83,63	80,55	73,04
MÉDIA (AAE) <i>Average</i>	81,00	79,50	66,73	81,00	82,00	74,40
Ác. aspártico <i>Aspartic acid</i>	81,74	78,09	62,30	82,97	82,78	74,91
Ác. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	85,70	83,98	80,32	86,85	83,83	73,33
Alanina <i>Alanine</i>	79,12	82,39	62,42	85,90	79,94	71,44
Glicina <i>Glycine</i>	69,07	70,06	59,88	66,05	77,09	69,81
Serina <i>Serine</i>	77,27	80,41	62,83	82,57	75,87	71,11
Tirosina <i>Tyrosine</i>	75,02	86,24	42,85	73,43	79,70	70,17
MÉDIA (AANE) <i>Average</i>	78,00	80,20	61,77	79,60	79,70	71,80

¹ Valores expressos em porcentagem (*Values expressed in percentage*).

² Análise realizada no Laboratório de Nutrição (*Analysis was performed at the Nutrition Lab*).

digestibilidade aparente dos aminoácidos essenciais foi 79,50%, com maior coeficiente de digestibilidade observado para a fenilalanina (86,07%). A lisina foi o aminoácido essencial de menor digestibilidade aparente, com coeficiente de 70,61%, superior, entretanto, aos valores apresentados por Rhône... (1993), Fontes et al. (1998) e NRC (1998), que foram 67,00; 59,70 e 62,00%, respectivamente. A menor digestibilidade aparente da lisina no sorgo, obtida neste estudo, concorda com os resultados de Lin et al. (1987), que relataram digestibilidade da lisina de 73,80%. Os valores de coeficientes de digestibilidade

dos aminoácidos essenciais foram superiores aos referendados por Eurolysine (1995), NRC (1998) e aos apresentados por Fontes et al. (1998). Os coeficientes de digestibilidade obtidos para a isoleucina (81,41%) e leucina (84,51%) foram inferiores aos apresentados por Rhône... (1993), que corresponderam a 83,00 e 88,00%, respectivamente.

O farelo de trigo apresentou coeficiente de digestibilidade aparente médio dos aminoácidos essenciais de 66,73%, sendo que apenas a arginina e a histidina apresentaram coeficientes de digestibilidade superiores a 80,00%. Os coeficientes de digestibilidade

aparente obtidos para histidina (81,53%) e lisina (77,68%) foram semelhantes aos apresentados por Fontes et al. (1998), que corresponderam a 82,70 e 79,70%, respectivamente.

Entre os aminoácidos essenciais, o farelo de trigo apresentou os menores coeficientes de digestibilidade aparente para fenilalanina (62,22%), isoleucina (62,57%), leucina (60,67%), treonina (46,88%) e valina (60,38%), em relação aos demais alimentos avaliados.

Quanto ao milho, o coeficiente de digestibilidade médio dos aminoácidos essenciais foi de 81,00%, com maior coeficiente de digestibilidade obtido para a leucina (86,12%), enquanto a lisina foi o aminoácido que apresentou menor digestibilidade (71,33%). A baixa digestibilidade aparente da lisina no milho é consistente com os resultados obtidos por Haydon & Hobbs (1991), que correspondeu a 71,50%, similar ao coeficiente de digestibilidade da lisina obtido neste estudo.

Entre os aminoácidos essenciais, a leucina (86,12%), treonina (76,13%) e valina (83,63%) apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade no milho em relação aos demais alimentos, o que corrobora com os resultados de Haydon & Hobbs (1991), que determinando a digestibilidade dos nutrientes do trigo, milho e de duas variedades de triticale, encontraram os maiores coeficientes de digestibilidade destes aminoácidos para o milho. Os coeficientes de digestibilidade da arginina (83,83%), fenilalanina (85,04%), isoleucina (82,91%), leucina (86,12%), histidina (83,90%) e treonina (76,13%) foram similares aos apresentados por NRC (1998), que corresponderam a 82,00; 85,00; 83,00; 87,00; 85,00; e 75,00%, respectivamente, para os aminoácidos relacionados anteriormente, sendo a maior diferença entre os valores observada para a lisina (71,33 vs 74,00%).

Quanto à levedura de cerveja, entre os aminoácidos essenciais, a treonina foi o que apresentou menor coeficiente de digestibilidade (74,26%), e o maior coeficiente foi obtido para a arginina (87,34%), o que concorda com os resultados referendados em NRC (1998), que correspondem a 63,00 e 79,00%, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade aparente obtidos para a levedura de cerveja, para todos os aminoácidos essenciais, foram superiores aos referendados em NRC (1998) e em Eurolysine (1995), para a levedura de cerveja com 49,10% de proteína bruta. O coeficiente de digestibilidade obtido para a lisina (85,54%) foi superior a 79,00 e 75,10%, apresentados nas tabelas citadas anteriormente.

A levedura de cana apresentou os menores coeficientes de digestibilidade aparente para a arginina (77,10%) e histidina (72,48%), entre os alimentos avaliados. O coeficiente de digestibilidade médio dos aminoácidos essenciais da levedura de cana correspondeu a 74,40%, que variou de 68,96% para a treonina a 81,13% para a lisina.

Digestibilidade ileal verdadeira

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira da proteína e dos aminoácidos essenciais e não-essenciais da quirera de arroz, sorgo, farelo de trigo, milho e das leveduras de cana e cerveja encontram-se na Tabela 4. Os valores de excreção endógena de aminoácidos obtidos com os animais que receberam a dieta isenta de proteína são apresentados na Tabela 5.

Dentre os alimentos avaliados, a quirera de arroz foi o que apresentou maior coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta, que correspondeu a 94,16%, enquanto o sorgo, o milho e a levedura de cerveja apresentaram valores de digestibilidade intermediários, entre 85,00 a 90,00%. O farelo de trigo apresentou o menor coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (62,75%).

O coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta obtido para o sorgo (85,58%) foi superior aos apresentados por Rhône... (1993) e Eurolysine (1995), que corresponderam a 83,00 e 79,60%, respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta obtido para o farelo de trigo (62,75%) foi inferior aos apresentados em Eurolysine (1995) e Rhône... (1993), que corresponderam a 68,90 e 75,00%, respectivamente.

Em relação à quirera de arroz, os maiores coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais foram obtidos para a arginina (94,60%), histidina (92,02%) e leucina (92,24%), e os menores coeficientes foram determinados para a treonina (85,70%) e lisina (88,28%), sendo o coeficiente médio de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais de 90,50%.

O sorgo obteve coeficiente médio de digestibilidade verdadeira de 90,6%, variando de 86,55% para a lisina e 94,94% para a isoleucina. Os resultados obtidos para o sorgo, para todos os aminoácidos essenciais, foram superiores aos apresentados por Eurolysine (1995), que teve a lisina como aminoácido menos digestível (74,60%) e a leucina, o de maior digestibilidade (85,90%). Os coefi-

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira da proteína bruta (CDvPB) e dos aminoácidos dos alimentos, com suínos¹

Table 4 - Coefficients of true ileal digestibility of crude protein (CDvPB) and amino acids of feedstuffs, with swines

Aminoácidos ² Aminoacids	Alimentos Feedstuffs					
	Quirera de arroz <i>Cracked rice</i>	Sorgo baixo tanino <i>Low tanine sorghum</i>	Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	Milheto <i>Millet</i>	Levedura de cerveja <i>Brewer yeast</i>	Levedura de cana <i>Sugar cane yeast</i>
CDvPB (%)	94,16	85,58	62,75	89,51	88,24	77,61
Arginina <i>Arginine</i>	94,60	93,55	86,82	93,70	91,25	81,23
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	90,47	91,05	68,96	92,06	85,57	75,27
Histidina <i>Histidine</i>	92,02	89,14	86,92	92,90	90,16	76,85
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	90,91	94,94	79,35	91,03	83,85	87,41
Leucina <i>Leucine</i>	92,24	89,14	70,29	92,03	86,56	79,13
Lisina <i>Lysine</i>	88,28	86,55	89,79	80,65	88,83	84,05
Treonina <i>Threonine</i>	85,70	91,80	61,44	86,74	80,64	74,60
Valina <i>Valine</i>	89,73	88,65	67,99	91,39	84,57	76,68
MÉDIA (AAE) <i>Average</i>	90,49	90,60	76,45	90,06	86,43	79,40
Ác. aspártico <i>Aspartic acid</i>	91,40	89,05	70,71	92,15	86,90	78,72
Ác. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	93,00	88,94	85,25	92,05	88,96	78,70
Alanina <i>Alanine</i>	89,85	87,63	70,66	91,72	84,29	75,70
Glicina <i>Glycine</i>	92,65	97,71	73,89	88,12	88,93	81,15
Serina <i>Serine</i>	90,57	91,48	73,14	93,28	81,43	76,13
Tirosina <i>Tyrosine</i>	86,24	91,05	52,33	87,02	84,93	75,12
MÉDIA (AANE) <i>Average</i>	90,60	91,00	71,00	90,72	85,90	77,60

¹Valores expressos em porcentagem (*Values expressed in percentage*).

²Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal da UFV (*Analyses were determined at Animal Nutrition Lab – UFV*).

cientes de digestibilidade verdadeira da leucina (89,14%) e da valina (88,65%) foram similares aos apresentados por Rhône... (1993) e NRC (1998), que corresponderam a 91,00 e 90,00% para a leucina e 87,00 e 87,00% para a valina, respectivamente. O coeficiente de digestibilidade obtido para a fenilalanina (91,05%) foi similar ao referendado por Rhône... (1993) que foi de 90,00% e superior ao apresentado por NRC (1998), que correspondeu a 88,00%.

O farelo de trigo apresentou menores coeficientes de digestibilidade verdadeira para a fenilalanina (68,96%), isoleucina (79,35%), leucina (70,29%)

treonina (61,44%) e valina (67,99%), entre os alimentos avaliados.

O milho apresentou coeficiente médio de digestibilidade dos aminoácidos essenciais de 90,06%, a arginina foi o aminoácido que apresentou maior digestibilidade verdadeira (93,70%) e a lisina e a treonina foram os aminoácidos de menores digestibilidades, que corresponderam a 80,65% e 86,74%, respectivamente, sendo os coeficientes de digestibilidade para os demais aminoácidos essenciais superiores a 90,00%. Entre os alimentos avaliados, maiores coeficientes de digestibilidade verdadeira

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	mg/kg DIP consumida
Arginina (<i>Arginine</i>)	282
Fenilalanina (<i>Phenylalanine</i>)	247
Histidina (<i>Histidine</i>)	119
Isoleucina (<i>Isoleucine</i>)	434
Leucina (<i>Leucine</i>)	484
Lisina (<i>Lysine</i>)	471
Treonina (<i>Threonine</i>)	454
Valina (<i>Valine</i>)	319
Ác. aspártico (<i>Aspartic acid</i>)	594
Ác. glutâmico (<i>Glutamic acid</i>)	833
Alanina (<i>Alanine</i>)	392
Glicina (<i>Glycine</i>)	693
Serina (<i>Serine</i>)	410
Tirosina (<i>Tyrosine</i>)	153

¹ Análise realizada no laboratório de Nutrição Animal da UFV.
¹ Analysis was performed at Animal Nutrition Lab - UFV.

para a fenilalanina, histidina e valina foram obtidos no milho.

Em relação à levedura de cerveja, a treonina foi o aminoácido essencial de menor coeficiente de digestibilidade verdadeira, enquanto a foi o de maior digestibilidade, sendo o coeficiente médio de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais de 86,43%. Entre os alimentos avaliados, a levedura de cerveja apresentou o maior coeficiente de digestibilidade para a lisina e o menor coeficiente para a isoleucina.

A levedura de cana apresentou menores coeficientes de digestibilidade verdadeira para a arginina (81,23%) e histidina (76,85%) entre os alimentos avaliados.

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

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

Aminoácidos ² Aminoacids	Alimentos feedstuffs					
	Quirera de arroz <i>Cracked rice</i>	Sorgo baixo tanino <i>Low tanine sorghum</i>	Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	Milheto <i>Millet</i>	Levedura de cerveja <i>Brewer yeast</i>	Levedura de cana <i>Sugar cane yeast</i>
Arginina <i>Arginine</i>	0,435	0,346	0,426	0,459	1,971	1,519
Fenilalanina <i>Phenylalanine</i>	0,262	0,610	0,218	0,562	1,429	1,159
Histidina <i>Histidine</i>	0,120	0,205	0,199	0,214	0,748	0,592
Isoleucina <i>Isoleucine</i>	0,355	0,361	0,187	0,828	2,700	2,954
Leucina <i>Leucine</i>	0,461	1,239	0,310	1,307	2,701	2,445
Lisina <i>Lysine</i>	0,300	0,156	0,317	0,355	3,802	3,707
Treonina <i>Threonine</i>	0,189	0,330	0,179	0,425	1,726	1,649
Valina <i>Valine</i>	0,305	0,452	0,254	0,640	2,004	1,756
Ác. aspártico <i>Aspartic acid</i>	0,539	0,641	0,454	1,014	3,745	3,353
Ác. glutâmico <i>Glutamic acid</i>	1,014	1,983	1,297	2,531	4,359	3,368
Alanina <i>Alanine</i>	0,314	0,859	0,313	1,046	2,267	1,900
Glicina <i>Glycine</i>	0,259	0,322	0,331	0,335	1,547	1,347
Serina <i>Serine</i>	0,272	0,448	0,268	0,616	1,808	1,713
Tirosina <i>Tyrosine</i>	0,112	0,382	0,081	0,165	0,739	0,631

Conclusões

A composição química e os coeficientes de digestibilidade determinados neste trabalho devem ser utilizados como referência da composição protéica e aminoacídica e valores de digestibilidade da quirera de arroz, do sorgo baixo tanino, do farelo de trigo, do milho e das leveduras de cerveja e cana, para a formulação de dietas para suínos em crescimento com base em aminoácidos digestíveis.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, D.C.: 1990. 1298p.
- DONKOH, A.; MOUGHAN, P.J.; SMITH, W.C. True digestibility of amino acids in meat and bone meal for the growing pig-application of a routine rat digestibility assay. **Animal Feed Science and Technology**, v.49, n.1-2, p.73-86, 1994.
- EUROLYSINE – ITCF. **Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs**, 1995. 53p.
- FONTES, D.O.; MASCARENHAS, A.G.; DONZELE, J.L. et al. Digestibilidade de aminoácidos de alimentos energéticos determinados com suínos submetidos à anastomose ileo-retal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.4, p.177-179. 1998.
- FULLER, M.F. Amino acids requirements for maintenance, body protein accretion and reproduction in pigs. In: D’MELLO, J.P.F (Ed.). **Amino acids in farm animal nutrition**. Edinburgh: The Scottish Agricultural College, 1994. p.155-184.
- HAYDON, K.D.; HOBBS, S.E. Nutrient digestibilities of soft winter wheat, improved triticale cultivars, and pearl millet for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.69, n.2, p.719-725, 1991.
- JUST, A.; JORGENSEN, H.; FERNÁNDEZ, J.A. Correlations of protein deposited in growing female pigs to ileal and faecal digestible crude protein and amino acids. **Livestock Production Science**, v.12, n.2, p.145-159, 1985.
- LIN, F.S.; KNABE, D.A.; TANKSLEY JR., T.D. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.64, n.6, p.1655-1663, 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- 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, 1994. 59p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- WILLIAMS, P.R.V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, n.2, p.173-187, 1995.

Recebido em: 03/06/02

Aceito em: 29/10/02