

PAULO CESAR POZZA

**VALOR ENERGÉTICO E DIGESTIBILIDADE ILEAL DE AMINOÁCIDOS
DE FARINHA DE CARNE E OSSOS E DE FARINHA
DE VÍSCERAS PARA SUÍNOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

PAULO CESAR POZZA

**VALOR ENERGÉTICO E DIGESTIBILIDADE ILEAL DE AMINOÁCIDOS
DE FARINHA DE CARNE E OSSOS E DE FARINHA
DE VÍSCERAS PARA SUÍNOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 4 de junho de 2001.

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Aloísio Soares Ferreira

Prof. Darci Clementino Lopes

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A Deus, por estar sempre ao meu lado.

À minha esposa, Magali, pelo carinho, pela compreensão, pelo estímulo e pela paciência em todos os momentos.

Aos meus pais, Ampélio e Neusa, a quem admiro e amo sinceramente.

Ao meu irmão, Edson, e à minha cunhada, Adélia, pelo apoio e pela amizade.

A vida, por proporcionar momentos simples de extrema alegria.

Aos verdadeiros amigos, por sempre estarmos juntos nos momentos felizes e difíceis.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia e do Conselho de Pós-Graduação, pelo apoio e pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela colaboração financeira.

Ao professor e amigo Paulo Cezar Gomes, pela valiosa orientação, pelos ensinamentos, pela amizade, pelos conselhos e pelo apoio em todos os momentos.

Aos professores e conselheiros Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno, pela valiosa colaboração, pelo incentivo e pelo apoio.

Ao professor Darci Clementino Lopez, pelo auxílio na realização dos trabalhos.

À Ajinomoto, pela realização das análises de aminoácidos em seu laboratório.

Aos professores do Departamento de Veterinária da UFV, pela realização das cirurgias de implantação de cânulas "T".

A todos os funcionários da Seção de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, em especial ao Luiz Alberto, pela valiosa colaboração, pela paciência e pela amizade.

Aos funcionários da Fábrica de Ração e do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pela amizade e pelo apoio na realização das análises laboratoriais.

Aos colegas, professores e funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, pelo convívio, pela atenção e pelo estímulo.

Aos amigos Ramalho, Alessandro, Rony, Alessandra, Priscila e André, pela valiosa colaboração e amizade.

Aos amigos Euzânia, Alex, Júlio, João, Silmara, Fabiana, Vidal, Bracini, Adriana, Rogério, Lila, Clauber, Rodrigo, Flávio e Sandro, pela amizade, pelo incentivo e pelo convívio.

A todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

PAULO CESAR POZZA, filho de Ampélio José Pozza e Neusa Martins Fernandes Pozza, nasceu em Batatais, Estado de São Paulo, em 2 de novembro de 1969.

Em julho de 1995, diplomou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Em agosto de 1995, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se aos exames finais de defesa de tese em julho de 1997.

Em agosto de 1997, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em fevereiro de 2000, iniciou as atividades docentes na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, na cadeira de Alimentos e Alimentação.

Em junho de 2001, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese de Doutorado.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FARINHAS DE CARNE E OSSOS E FARINHAS DE VÍSCERAS POR MEIO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA, DA DIGESTIBILIDADE E DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO	7
RESUMO	7
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

	Página
AVALIAÇÃO DA PERDA ENDÓGENA DE AMINOÁCIDOS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA.....	30
RESUMO	30
ABSTRACT	30
1. INTRODUÇÃO.....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
DIGESTIBILIDADE ILEAL DE AMINOÁCIDOS DE SUBPRODUTOS DE ABATEDOUROS PARA SUÍNOS.....	48
RESUMO	48
ABSTRACT	48
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	51
2.1. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de diferentes farinhas de carne e ossos.....	51
2.2. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos diferentes farinhas de vísceras	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
3.1. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de diferentes farinhas de carne e ossos	58
3.2. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos diferentes farinhas de vísceras	67
4. CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

RESUMO

POZZA, Paulo César, D.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2001.
Valor energético e digestibilidade ileal de aminoácidos de farinha de carne e ossos e de farinha de vísceras para suínos. Orientador: Paulo Cezar Gomes. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno.

Foram conduzidos quatro experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. O primeiro objetivou determinar os valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) e desenvolver equações de predição por meio de parâmetros químicos e físicos, utilizando seis diferentes partidas de farinhas de carne e ossos (FCO) e cinco de farinhas de vísceras (FV). Foi utilizado o método de coleta total, tendo o óxido férrico sido utilizado como marcador. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, tendo sido utilizadas 11 alimentos e uma ração-referência, sendo a unidade experimental representada por um animal. Os valores de ED e EM encontrados para as farinhas de carne e ossos variaram de 1.717 a 2.908 kcal/kg e 1.519 a 2.608 kcal/kg, respectivamente, e a variação obtida para a farinha de vísceras foi de 3.281 a 4.567 kcal/kg e 3.151 a

4.293 kcal/kg para ED e EM, respectivamente. As equações de predição da energia digestível e metabolizável que apresentaram maiores R^2 para a farinha de carne e ossos foram: ED = $1196,11 + 44,18 \times PB - 121,55 \times P$ e EM = $2103,35 + 22,56 \times PB - 164,02 \times P$; e para a farinha de vísceras foram: ED = $8226,97 - 33,01 \times PB - 160,05 \times MM$ e EM = $10146,5 - 166,27 \times MM - 1259,25 \times Ca$. No segundo experimento, foi avaliada a perda endógena de aminoácidos em função de diferentes níveis de fibra na dieta isenta de proteína. Foram utilizados suínos machos castrados, submetidos à cirurgia para implantação de cânula simples "T", tendo o óxido crômico sido utilizado como indicador. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando quatro níveis de inclusão de casca de arroz, que proporcionou níveis de 1,000, 2,000, 3,000 e 4,000% de FB e, ou, 1,820, 3,640, 5,460 e 7,280% de FDN e, ou, 1,504, 3,008, 4,512 e 6,016% de FDA. Dentre os aminoácidos estudados, apenas a glicina não apresentou resposta significativa ($P > 0,05$) aos níveis de inclusão de fibra à dieta isenta de proteína, havendo aumento da perda endógena dos demais aminoácidos estudados à medida que os níveis de fibra na dieta foram aumentados. No terceiro e quarto experimentos, foram determinados os coeficientes de digestibilidade ileal aparentes e verdadeiros dos aminoácidos de seis diferentes FCO e cinco FV, respectivamente. Foram utilizados suínos submetidos à cirurgia para implantação de cânula simples "T", tendo como indicador o óxido crômico em ambos experimentos. O delineamento experimental utilizado no terceiro e quarto experimentos foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, das diferentes farinhas de carne e ossos, variaram de 54,87 a 74,80; 62,62 a 81,19; e 72,35 a 85,46%, respectivamente, e a variação obtida para os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, para os mesmos aminoácidos, foram de 57,00 a 76,08; 66,26 a 83,07; e 73,76 a 86,39%, respectivamente. No caso das diferentes FV estudadas, obteve-se uma variação de 63,40 a 74,01; 63,17 a 79,13; e 72,60 a 81,11% entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, tendo os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira desses aminoácidos apresentado uma variação de 64,38 a 74,88; 64,31 a 80,60; e 73,07 a 81,64%, respectivamente.

ABSTRACT

POZZA, Paulo César, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2001.
Energetic value and e amino acid ileal digestibility of meat and bone meals and poultry by-products for swine. Adviser: Paulo Cezar Gomes. Committee Members: Juarez Lopes Donzele and Horácio Santiago Rostagno.

Four experiments were carried out in the Swine Sector of the Animal Science Department of the Federal University of Viçosa. The first one had the objective of determine the digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) and develop prediction equations through chemical and physical parameters, using six different types of meat and bone meals (MBM) and five poultry by-products (PBP). The method of total collection was used, being used the ferric oxide as marker. The experimental design used was the randomized blocks, with 11 feeds and a basal diet, and four replicates, being the experimental unit represented by one animal. The DE and ME values found for the meat and bone meals varied of 1,717 at 2,908 kcal/kg and 1,519 to 2,608 kcal/kg, respectively, and the variation obtained for the poultry by-products varied of 3,281 at 4,567 kcal/kg and 3,151 to 4,293 kcal/kg to DE

and ME, respectively. The equations of prediction of the digestible and metabolizable energy that presented higher R^2 for the meat and bone meals were: $ED = 1196,11 + 44,18xPB - 121,55xP$ and $ME = 2103,35 + 22,56xPB - 164,02xP$; and for the poultry by-product were: $DE = 8226,97 - 33,01xPB - 160,05xMM$ and $ME = 10146,5 - 166,27xMM - 1259,25xCa$. In the second experiment were evaluated the endogenous amino acids losses in function of different fiber levels' inclusion in a free protein diet. Castrated male swines were used, submitted to the surgery for simple "T" canula implantation, being used the chromic oxide as indicator. The experimental design used was the randomized blocks with four replicates, being used four levels of rice peel inclusion that performed levels of 1,000; 2,000; 3,000 and 4,000% of CF and/or 1,820; 3,640; 5,460 and 7,280% of NDF and/or 1,504; 3,008; 4,512 and 6,016% of ADF. Among the studied amino acids just the glycine didn't have a significant effect ($P>0.05$) to the fiber levels' inclusion in the free protein diet, having an increase of the endogenous losses ($P<0.05$) of the others studied amino acids as the fiber levels in the diet increased. In the third and fourth experiments were determined the apparent and true digestibility coefficients of the amino acids from six different MBM and five PBP, respectively. Swines submitted to the surgery for simple "T" canula implantations were used and the chromic oxide used as indicator in both experiments. The experimental design used in the third and fourth experiments was the randomized blocks with four replicates. The coefficients of ileal apparent digestibility of lysine, threonine and methionine, of the different meat and bone meals, had a variation of 54.87 to 74.80; 62.62 to 81.19 and 72.35 to 85.46% respectively, and the variation among the true ileal digestibility coefficients were 63.40 to 74.01; 63.17 to 79.13 and 72.60 to 81.11%, respectively. For the poultry by-product were obtained a variation of 63.40 to 74.01; 63.17 to 79.13 and 72.60 to 81,11% between the apparent ileal digestibility coefficients of lysine, threonine and methionine, and the true ileal digestibility coefficients showed a variation of 64.38 to 74.88; 64.31 to 80.60 and 73.07 to 81.64%, respectively.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Importantes avanços nos sistemas de produção de suínos vêm sendo alcançados devido ao desenvolvimento tecnológico obtido nas áreas de sanidade, genética e melhoramento, devendo ser ressaltado que a nutrição adequada tem sido o pressuposto básico indispensável para atingir uma alta produção e, também, para que sejam formuladas dietas que forneçam, a um custo mínimo, a quantidade adequada dos nutrientes necessários para o ótimo desempenho. Assim sendo, é necessário conhecer adequadamente a composição química e o valor nutricional dos alimentos, para que possam ser elaboradas rações que proporcionem melhor desempenho. Além disto, a alimentação tem sido responsável por aproximadamente 80% do custo total de produção. Portanto, várias pesquisas têm sido conduzidas com o objetivo de obter alimentos alternativos, que possam substituir o milho e a soja na alimentação animal, com o intuito de reduzir os altos custos de produção (PEREIRA, 1993), tendo os alimentos protéicos uma grande participação nesses custos.

Dentre os alimentos protéicos mais utilizados encontra-se o farelo de soja, no entanto os subprodutos de abatedouro aparecem como uma alternativa na formulação de rações para suínos. Além da farinha de carne e ossos, classificada como um subproduto de abatedouro, a indústria avícola fornece, dentre outros subprodutos, farinhas obtidas após o processamento

do abate de aves, que pelo elevado teor protéico têm sido utilizadas como fonte protéica em substituição ao farelo de soja, principalmente em rações para monogástricos (PEREIRA, 1993). Além disto, as indústrias produzem milhares de toneladas de subprodutos animais por ano, e se estes não forem reciclados em rações animais podem se tornar resíduos industriais, o que pode causar perdas econômicas para o setor industrial, além de sérios danos ao meio ambiente (VIEITES, 1999).

Por outro lado, os subprodutos de origem animal, principalmente os resíduos de graxarias e de abatedouros, pela dificuldade de padronização, apresentam uma grande variação, sendo necessário estabelecer a composição química de cada lote ou a composição média dos lotes (ALBINO e SILVA, 1996). Segundo FIALHO et al. (1982) e DE BATISTI et al. (1983), essa variação estaria associada a diferentes tipos de processamento, à origem da matéria-prima e à falta de controle no processamento. Porém, a composição química dos alimentos, obtida por meio de análises laboratoriais, apesar de fornecer subsídios preciosos para a nutrição, descreve apenas o valor potencial dos alimentos, sendo necessário, ainda, o conhecimento da digestibilidade, que expressa a porção dos nutrientes que são absorvidos pelo animal (NEVES, 1993).

Dessa forma, a utilização racional dos alimentos, e seus subprodutos, na alimentação de suínos depende basicamente dos conhecimentos obtidos pela análise proximal, dos valores de digestibilidade, da disponibilidade dos nutrientes e do desempenho dos animais (FERREIRA et al., 1997). Dentro deste contexto, os ensaios de metabolismo têm propiciado resultados de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos dos alimentos, entretanto estes ensaios têm demandado tempo, infra-estrutura e um alto custo. Assim sendo, alguns ensaios metabólicos, utilizados na determinação dos valores nutricionais dos alimentos, vêm sendo atualmente substituídos pela utilização das equações de regressão múltipla, que, pelo uso de valores de composição química dos alimentos, podem prever os valores de energia digestível e metabolizável de maneira mais rápida e eficiente, e com menor custo (NOBLET, 1993).

Deve-se destacar também a necessidade de conhecer a quantidade de aminoácidos presentes nos alimentos, assim como a quantidade

biologicamente disponível a ser usada pelos suínos (LAPLACE et al., 1986). O valor fisiológico das proteínas é mais bem caracterizado pela quantidade de aminoácidos absorvidos até o final do íleo, uma vez que os aminoácidos que não são absorvidos nesta parte do intestino são degradados pelas bactérias a diferentes taxas no intestino grosso. Desta forma, a digestibilidade fecal é inadequada na descrição do processo de absorção dos aminoácidos, sendo mais apropriado o uso de valores de digestibilidade ileal para uma melhor avaliação da disponibilidade dos aminoácidos (ILEAL, 1993).

Quanto aos subprodutos de abatedouros, SERRANO (1989), utilizando suínos anastomosados, determinou os coeficientes de digestibilidade ileal aparentes de duas diferentes farinhas de carne e ossos, encontrando maior coeficiente de digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais na farinha de carne e ossos que continha maior porcentagem de proteína bruta (46,98%), em relação à partida que continha menor porcentagem (35,74%).

JORGENSEN et al. (1984) relataram que os aminoácidos que apresentaram menores coeficientes de digestibilidade ileal na farinha de carne e ossos foram a lisina (64,9%), fenilalanina (62,8%) e treonina (61,8%). No entanto, SAUER e OZIMEK (1986) reportaram a treonina (56,4%) e o triptofano (52,0%) como os aminoácidos essenciais que apresentaram menor digestibilidade ileal na farinha de carne e ossos.

Observa-se também grande variação entre os valores de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros da farinha de carne e ossos, entre as diferentes tabelas disponíveis para formulação de rações. No caso da farinha de carne e ossos, o NRC (1998) estipulou em 74% o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da lisina, ao passo que RHÔNE POULENC (1993) apresentou o valor de 79%. Por outro lado, JONDREVILLE et al. (1995) propôs o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da lisina de 74,9%.

A mesma variação é também observada para a farinha de vísceras de aves, pois o NRC (1998) propôs o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da lisina de 78%, enquanto RHÔNE POULENC (1993) recomenda o uso de 76% como sendo o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da

lisina.

A digestibilidade aparente de aminoácidos, baseada nas avaliações realizadas no íleo distal de suínos, 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, na forma de descamação das células epiteliais, enzimas na saliva, bile, secreções pancreáticas e gastrointestinais, proteínas plasmáticas e muco, podendo diversos fatores influenciar a perda dessas proteínas endógenas (SOUFFRANT, 1991). Portanto, para determinar a digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos, deve-se fazer a correção para as perdas endógenas de aminoácidos (CAINE, 1997).

Por outro lado, vários fatores influenciam as perdas endógenas de aminoácidos, dentre eles estão o nível de inclusão de fibra na dieta e o tipo de fibra utilizada, uma vez que a inclusão de fibra estimula a descamação da mucosa intestinal e a maior produção de muco, induzindo a maiores perdas de aminoácidos endógenos (BERGNER et al., 1975). Trabalhando com suínos de peso médio inicial de 50 kg, SAUER et al. (1991) forneceram rações com 16% de PB, tendo sido adicionadas diferentes fontes de fibra (celulose e palha), e concluíram que a inclusão de fibra afetou ligeiramente a digestibilidade ileal de aminoácidos.

Assim, constata-se ser importante determinar os valores de energia digestível e metabolizável de seis amostras de farinha de carne e ossos e cinco amostras de farinha de vísceras de aves; estabelecer as respectivas equações de predição dos valores de energia, utilizando a composição química dos alimentos; e determinar os coeficientes de digestibilidades ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos das farinhas de carne e ossos e das farinhas de vísceras de aves, para suínos.

Os capítulos desta tese foram elaborados na forma de artigos científicos, conforme as normas do Conselho Técnico de Pós-Graduação e seguindo os padrões da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.A., SILVA, M.A. 1996. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, p.303-318.
- BERGNER, H., SIMMON, O., ZIMMER, M. 1975. Crude fiber content of the diets as affecting the process of amino acid absorption in rats. *Arch. Tier.*, v.25, p.25-104.
- CAINE, W. R. *Ileal recovery of endogenous aminoacids in pigs*. Wageningen: Netherland, 1997. 169p. Tesis (Ph.D. Thesis). Graf. Serv. Cent., Wageningen, 1997.
- DE BATISTI, J.A. *Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para suínos com diferentes idades*. Viçosa-MG: UFV, 1983. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- FERREIRA, E.R.A., FIALHO, E.T., TEIXEIRA, A.S. et al. 1997. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suíno *R. Soc. Bras. Zoot.*, v.26, n.3, p. 514-523.
- FIALHO, E.T., BELLAVER, C., GOMES, P.C. et al. 1982. Composição química e valores de digestibilidade de alimentos para suínos de pesos diferentes. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.11, n.2, p.262.
- ILEAL *digestible aminoacids in feedstuffs for pigs*. Hanau: Degussa AG, 1993. 8p.

- JONDREVILLE, C., VAN DEN BROECKE, J. GATEL, F. et al. 1995. *Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs*. Paris: EUROLYSINE; ITCF, 52p.
- JORGENSEN, H., SAUER, W.C., THACKER, P.A. 1984. Amino acid availabilities in soybean meal, sunflower meal, fish meal and bone meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.58, n.4, p.926-934.
- LAPLACE, J.P. Amino acid availability in pig feeding. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 4, 1986, Madrid. *Proceedings...* Madrid: 1986, p.109-129.
- NEVES, A.C.E. *Estudo da composição química, da digestibilidade, da aditividade e dos valores energéticos de alguns alimentos para suínos em duas fases*. Viçosa-MG: UFV, 1993. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- NOBLET, J., FORTONE, H., DUPIRE, C. 1993. Digestible, metabolizable and net energy values of 13 feedstuffs for growing pigs: effect of energy systems. *Anim. Feed. Sci. Tech*, v.42, p.131-149.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1998. *Nutrients requirement of swine*. 10 ed. Washington DC: National Academic Press, 189p.
- PEREIRA, L.E.T. *Farinha de vísceras de aves em substituição ao farelo de soja na alimentação de suínos em crescimento e terminação*. Viçosa-MG: UFV, 1993. 30p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- RHÔNE POULENC. *Rhodimet feed formulation guide*. 6. ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993. 39p.
- SAUER, W.C., MOSENTHIN, R., AHRENS, F. et al. 1991. The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.4070-4077.
- SAUER, W.C., OZIMEK, L. 1986. Digestibility of amino acid in swine: results and their practical applications. A review. *Liv. Prod. Sci.*, v.15, p.367-388.
- SERRANO, V.O.S. *Digestibilidade dos aminoácidos de suplementos protéicos em suínos, submetidos ou não a anastomose íleo-retal*. Viçosa-MG: UFV, 1989. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- 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, 1991, p.147-166.
- VIEITES, F.M. *Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves*. Viçosa-MG: UFV, 1999, 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FARINHAS DE CARNE E OSSOS E FARINHAS DE VÍSCERAS POR MEIO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA, DA DIGESTIBILIDADE E DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

RESUMO - O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e energética de seis diferentes farinhas de carne e ossos e cinco farinhas de vísceras, assim como de desenvolver equações de predição da energia digestível e metabolizável, com base na composição química e física dos alimentos. Na determinação dos valores de energia digestível e metabolizável foram utilizados 48 suínos, mestiços, machos castrados, com peso médio inicial de $26,70 \pm 1,80$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 12 tratamentos, quatro repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta-referência, seis diferentes farinhas de carne e ossos e cinco farinhas de vísceras, que substituíram em 20% a ração-referência. Os valores de energia digestível e metabolizável obtidos para a farinha de carne e ossos variaram de 1.717 a 2.908 kcal/kg e de 1.519 a 2.608 kcal/kg, respectivamente, e os valores para a farinha de vísceras variaram de 3.281 a 4.567 kcal/kg e de 3.151 a 4.293 kcal/kg, respectivamente. As equações de predição da energia digestível e metabolizável que apresentaram maiores R^2 para a farinha de carne e ossos foram: $ED = 1196,11 + 44,18xPB - 121,55xP$ e $EM = 2103,35 + 22,56xPB - 164,02xP$; e para a farinha de vísceras foram: $ED = 8226,97 - 33,01xPB - 160,05xMM$ e $EM = 10146,5 - 166,27xMM - 1259,25xCa$.

Palavras-chave: energia, equação de predição, subprodutos de abatedouros, suínos.

EVALUATION OF DIFFERENT TYPES OF MEAT AND BONE MEALS AND POULTRY BY-PRODUCT THROUGH CHEMICAL AND ENERGETIC COMPOSITION, DIGESTIBILITY AND PREDICTION EQUATIONS

ABSTRACT - The experiment was carried out with the objective of determining the chemical and energetic composition of six different meat and bone meals and five poultry by-products, and to develop prediction equations of digestible and metabolizable energy based on chemical and physical composition of the feeds. To determine the digestible and metabolizable energy values were used 48 crossbred swines, castrated males, averaging 26.70 ± 1.80 kg initial weight, allotted in a randomized blocks design, with 12 treatments, four replicates and one animal per experimental unit. The treatments consisted of a basal diet and six meat and bone meals and five poultry by-products, that substituted in 20% the basal diet. The digestible and metabolizable energy values, obtained for the meat and bone meals varied from 1,717 to 2,908 kcal/kg and from 1,519 to 2,608 kcal/kg, respectively, and the values for the poultry by-products varied from 3,281 to 4,567 kcal/kg and 3,151 to 4,293 kcal/kg, respectively. The prediction equation of digestible and metabolizable energy that presented higher R^2 for meat and bone meal were: $DE = 1196,11 + 44,18xCP - 121,55xP$ e $ME = 2,103.35 + 22.56xCP - 164.02xP$; and for poultry by-product were: $DE = 8,226.97 - 33.01xCP - 160.05xAsh$ e $ME = 1,0146.5 - 166.27xAsh - 1,259.25xCa$.

Key Words: Energy, prediction equation, abattoir by-product, swine.

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura tem sido uma atividade que demanda custos elevados de produção, e dentre estes os custos com a alimentação tem tido a maior participação (aproximadamente 80%). Por isto, tem-se buscado de forma incessante o adequado conhecimento da composição química dos ingredientes, assim como da quantidade biologicamente disponível dos nutrientes, para que se possa atender às exigências dos animais em suas diferentes fases de criação, visando o máximo aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos.

Os alimentos protéicos, por sua vez, têm tido grande participação nas dietas para suínos, e dentre estes os subprodutos de abatedouros podem ser destacados. Subprodutos como as farinhas de carne e ossos e as farinhas de vísceras, que são produzidos em grandes quantidades, não são adequados para o consumo humano, e se não forem reutilizados nas rações para animais podem, além de proporcionar perdas econômicas para o setor industrial, causar danos ao meio ambiente (VIEITES, 1999).

Por outro lado, os subprodutos de abatedouro têm apresentado grande variação na sua composição química, possivelmente devido às diferenças no tipo da matéria-prima utilizada no processamento. O valor energético desses subprodutos tem sido um dos componentes de grande variação.

A determinação, por meio de ensaios de metabolismo, dos valores de energia digestível e metabolizável dos subprodutos de origem animal, assim como dos demais alimentos utilizados na formulação de dietas para suínos, tem demandado tempo, infra-estrutura e recursos financeiros, o que na maioria das vezes tem dificultado seu uso pela indústria suinícola. Por outro lado, existem tabelas de composição de alimentos (ROSTAGNO et al., 2000; NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC, 1998; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA-MAARA, 1996) que fornecem esses valores, no entanto sabe-se que a variação na composição química dos alimentos pode influenciar os valores energéticos dos alimentos, principalmente em se tratando de alimentos com alta variação na sua composição química.

A identificação dos valores energéticos dos alimentos também pode ser determinada indiretamente com o uso de equações de predição, nas quais, por meio de dados de composição química, podem-se estimar os valores de energia digestível e metabolizável dos alimentos de maneira rápida e com menor custo (FERREIRA et al., 1997). A predição dos valores energéticos tem sido considerada um instrumento para aumentar a precisão no processo de formulação de rações (ALBINO e SILVA, 1996).

Portanto, verifica-se a necessidade de determinar a composição química e energética de diferentes farinhas de carne e ossos e de vísceras, assim como de desenvolver equações de predição da energia digestível e metabolizável com base na composição química e física dos alimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No Setor de Suinocultura da Universidade Federal de Viçosa, foi realizado o ensaio de digestibilidade, durante os meses de setembro e outubro de 1998.

Foram utilizados 48 suínos, mestiços (Landrace x Largewhite), machos castrados, com peso médio inicial de $26,7 \pm 1,8$ kg, distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por PEKAS (1968), em um delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de 12 tratamentos e quatro repetições. Na formação dos blocos, foram levados em consideração o peso inicial e o parentesco dos animais. O período experimental teve duração de 12 dias, sendo sete dias de adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo e às rações, e cinco dias de coleta de fezes e urina.

No interior das instalações, foi utilizado um termômetro de mínima e máxima, à altura dos animais, para que fossem realizadas, duas vezes ao dia, as mensurações das temperaturas mínima e máxima durante o período experimental.

Foram utilizadas seis diferentes farinhas de carne e ossos e cinco diferentes farinhas de vísceras de aves, provenientes de vários frigoríficos.

Os alimentos avaliados foram seis diferentes farinhas de carne e ossos (FCO) e cinco diferentes farinhas de vísceras de aves (FV), que substituíram em 20% a ração-referência (Tabela 1), à base de milho, farelo

de soja, vitaminas, minerais e aminoácidos, formulada para atender às recomendações de ROSTAGNO et al. (1983), com exceção do conteúdo de proteína bruta, totalizando, desta forma, 12 tratamentos.

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no tamanho metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Para evitar perdas e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas e fornecidas duas vezes ao dia (7h30 e 15h30).

As coletas de fezes e urina foram realizadas uma vez ao dia, às 8 horas. Para definir o início e o final do período de coleta, foi utilizado o óxido férrico (Fe_2O_3) na ração.

As fezes foram pesadas e, em seguida, retiradas amostras equivalentes a 20% do total, que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador (-5°C), até o final do período de coleta. Ao final desse período, as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa ventilada a 60°C , para análises posteriores de matéria seca e energia bruta.

A urina foi filtrada à medida que era excretada, e colhida em baldes plásticos que continham 20 ml de HCl 1:1. Do volume total foram retiradas alíquotas de 5%, acondicionadas em frascos de vidro, por animal, e armazenadas em geladeira (3°C), para análises posteriores de energia bruta.

As análises químico-bromatológicas dos alimentos estudados foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, tendo sido realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) segundo as técnicas descritas por SILVA (1990). Foram analisados também a digestibilidade da proteína em pepsina (PEP), a acidez (A) em NaOH e o diâmetro geométrico médio (DGM), segundo as técnicas descritas por BRUGALLI (1996).

As análises de matéria seca e energia bruta das excretas (fezes e urina) foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por SILVA (1990).

Tabela 1 - Composição centesimal da ração-referência na matéria natural

<i>Alimentos</i>	<i>Quantidade (kg)</i>
<i>Milho</i>	78,40
<i>Farelo de soja</i>	15,35
<i>F.bicálcico</i>	1,60
<i>Calcário</i>	1,85
<i>Óleo</i>	1,76
<i>Sal (Salt)</i>	0,35
<i>DL-metionina (99,0%)</i>	0,07
<i>L-lisina HCl (78,4%)</i>	0,31
Suplemento vitamínico ¹	0,10
Suplemento mineral ²	0,10
Antibiótico ³	0,10
Antioxidante ⁴	0,01
Composição calculada⁵	
Energia digestível (kcal/kg)	3.400
Proteína brutaB (%)	14,00
Cálcio (%)	0,75
Fósforo total (%)	0,569
Fibra bruta (%)	2,38
Matéria seca (%)	84,63
Sódio (%)	0,14
Lisina (%)	0,86
Metionina + cistina (%)	0,55
Triptofano (%)	0,17
Treonina (%)	0,54

^{1/} Conteúdo/kg: vit. A, 10.000.000 U.I.; vit D₃, 1.500.000 U.I.; vit. E, 30.000 U.I.; vit B₁ - 2,0 g; vit B₂ - 5,0 g; vit. B₆ - 3,0 g; vit B₁₂ - 30.000 mcg; ácido nicotínico 30.000 mcg; ácido pantotênico, 12.000 mcg; vit. K₃, 2.000 mg; ácido fólico, 800 mg; biotina, 100 mg; selênio 300 mg; e veículo q.s.p. - 1.000 g.

^{2/} Conteúdo/kg: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g; e veículo q.s.p. 500 g.

^{3/} Bacitracina de zinco.

^{4/} BHT (hidróxitolueno butilado).

^{5/} Valores de composição química e energia digestível em ROSTAGNO et al. (1983).

Na determinação das equações de predição dos valores de ED e EM, as análises de regressão foram realizadas, após ter sido determinada a composição química e obtidos os valores energéticos dos alimentos, por meio de regressão linear simples e múltipla, por meio da técnica de

Eliminação Indireta (*Backward*), utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas -SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de composição química, digestibilidade em pepsina e acidez em NaOH, das diferentes farinhas de carne e ossos (FCO) e de vísceras de aves (FV), encontram-se na Tabela 2.

Os teores de umidade das farinhas de carne e ossos avaliadas estão próximos aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2000), exceto para a farinha de carne e ossos 2, que apresentou um conteúdo de matéria seca de 94,92%. Quanto às farinhas de vísceras, observou-se o valor máximo de 95,17% de matéria seca, que se mostrou superior aos valores citados na literatura (NRC; 1998; ROSTAGNO et al., 2000).

As farinhas de carne e ossos analisadas tiveram alta variabilidade quanto ao seu conteúdo protéico, tendo as farinhas de carne e ossos 1, 2 e 3 apresentado um conteúdo protéico abaixo de 40,0%, o que está em desacordo com os valores mínimos estabelecidos pela ANFAR (1985) e pelo MAARA (1996). Entretanto, ROSTAGNO et al. (2000) apresentaram o valor de 35,96% de proteína bruta, para uma das farinhas de carne e ossos, assim como o menor valor de proteína bruta, dentre as três farinhas de carne e

ossos, analisadas pela EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA-EMBRAPA (1991), foi de 33,85%, valores que se assemelham aos obtidos para as farinhas de carne e ossos 2 e 1, respectivamente.

Tabela 2 – Composição proximal, digestibilidade em pepsina e acidez em NaOH de diferentes farinhas de carne e ossos (FCO) e de vísceras (FV), expressos na matéria natural^{1,2}

Alimentos	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	Pepsina 0,002% (%)	Acidez (meq/100g)
FCO 1	91,97	33,53	14,71	1,23	40,50	15,49	8,18	70,68	2,47
FCO 2	94,92	35,72	12,62	0,51	41,80	15,91	8,81	67,20	2,50
FCO 3	92,75	37,94	11,51	0,60	38,93	15,33	8,52	73,50	2,40
FCO 4	92,78	40,26	11,71	0,58	39,05	15,02	7,92	66,20	0,79
FCO 5	91,93	40,50	10,46	0,48	37,23	14,58	7,25	77,33	3,27
FCO 6	91,68	52,43	12,88	1,20	24,05	9,04	5,63	81,33	3,52
FV 1	91,96	52,77	14,89	1,71	15,52	3,14	2,26	28,53	0,58
FV 2	92,71	57,16	10,94	1,68	17,16	3,39	2,22	40,77	1,08
FV 3	95,17	60,63	14,37	1,24	15,89	3,60	3,10	65,74	0,76
FV 4	90,19	62,47	13,48	1,27	10,05	3,50	3,31	73,43	1,56
FV 5	93,15	62,46	15,25	1,37	11,02	3,79	3,38	69,40	0,75

¹ Análises realizadas no laboratório de Nutrição animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

² MS = Matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, Ca = cálcio e P = fósforo.

Dentre as farinhas de vísceras, obteve-se variação do conteúdo de proteína bruta entre 52,77 e 62,47%, o que está coerente com os valores de proteína bruta para este alimento citado pela literatura, sendo observado valores que variam de 54,37 a 64,10%, apresentados por EMBRAPA (1991) e NRC (1998), respectivamente.

Quanto ao percentual de matéria mineral (MM), observa-se também alta variabilidade (de 24,05 a 41,80%) entre as diferentes amostras de farinha de carne e ossos. O menor valor observado, no caso da farinha de carne e ossos 6, aproxima-se do obtido pela ASSOCIATION FRANÇAISE DE ZOOTECHNIE-AFZ et al. (2000), que apresentaram o conteúdo de matéria mineral de 26,90% para farinha de carne e ossos com 54,70% de proteína bruta. Da mesma forma, ROSTAGNO et al. (2000) apresentaram o valor de 23,18% de matéria mineral, relativo à farinha de carne e ossos com

54,50% de proteína bruta. No caso das farinhas de vísceras, apenas as amostras 4 e 5 atenderam às especificações da ANFAR (1985), que preconizaram o máximo de 13,00% de matéria mineral. No entanto, valores superiores têm sido propostos para farinhas de vísceras com menores teores de gordura (ROSTAGNO et al., 2000).

De modo geral, nota-se que o conteúdo de proteína bruta das diferentes farinhas de carne e ossos é inversamente proporcional à porcentagem de matéria mineral, sendo o mesmo apresentado pela literatura (EMBRAPA, 1991; RHÔNE POULENC, 1993; AFZ, 2000; ROSTAGNO et al., 2000). Esta relação entre as proporções de proteína bruta e matéria mineral da farinha de carne e ossos é devido à inclusão, principalmente, de ossos e tecidos tendinosos ao alimento (SEERLEY, 1991).

Os valores de extrato etéreo obtidos para as diferentes farinhas de carne e ossos foram, em geral, elevados, situando-se entre 10,46 e 14,71%, no entanto foram semelhantes aos encontrados na literatura (EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO et al., 2000). Desta forma, as farinhas de carne e ossos analisadas não podem ser classificadas como desengorduradas, pois, segundo a ANFAR (1985), nas farinhas de carne e ossos desengorduradas o extrato etéreo deve ser no mínimo de 2,00% e no de máximo 4,00%. Por outro lado, RHÔNE POULENC (1993) demonstrou que para farinha de carne e ossos com 55% de proteína bruta o conteúdo de extrato etéreo foi de 4,50%, para o alimento desengordurado.

As farinhas de vísceras tiveram o valor máximo de 15,25% de extrato etéreo, que se mostrou acima dos 12,00% estipulados pela ANFAR (1985). Entretanto, ROSTAGNO et al. (2000) apresentaram uma composição diferenciada para a farinha de vísceras com alta taxa de gordura (20,58%), podendo-se observar menores quantidades de proteína bruta e matéria mineral em relação à farinha com 11,50% de gordura.

Os teores de fósforo das farinhas de carne e ossos, apesar da variabilidade observada, estiveram de acordo com as recomendações e a padronização da DIVISÃO DE FISCALIZAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS - DIFISA (1989), por apresentarem valores superiores a 3,8% de fósforo. A ANFAR (1985) estabelece ainda que a relação cálcio:fósforo

máxima deve ser de 2,25:1. Desta forma, quanto a esta relação, todas as partidas avaliadas atenderam às recomendações da literatura supra-citada.

A variação observada entre os níveis de cálcio e fósforo das diferentes farinhas de vísceras não foi tão expressiva quanto à das farinhas de carne e ossos, no entanto as farinhas de vísceras 3, 4 e 5 apresentaram valores superiores de fósforo, comparados aos valores de 1,86, 2,41 e 2,60% propostos pela EMBRAPA (1991), pelo NRC (1998) e por ROSTAGNO et al. (2000), respectivamente.

A alta variação da composição química, observada entre as diferentes farinhas de carne e ossos e de vísceras, é reflexo das diferenças entre a composição da matéria-prima, uma vez que a legislação brasileira em vigor (BRASIL, 1951) não quantifica, em porcentagem, a proporção do tipo de material empregado para a elaboração de farinha de carne e ossos, assim como a restrição feita à farinha de vísceras é que esta não possua penas (SEERLEY, 1991) e outras matérias estranhas à sua composição, salvo naquelas quantidades inevitáveis nos bons métodos de processamento (ANFAR, 1985).

Os resultados obtidos para digestibilidade da proteína bruta em pepsina a 0,002% mostraram o maior coeficiente (81,33%) para a farinha de carne e ossos com maior conteúdo protéico (FCO 6). Pode-se observar que a farinha de vísceras com menor conteúdo protéico apresentou baixa digestibilidade em pepsina (28,53%), podendo-se notar ainda maiores valores para as farinhas de vísceras com elevados conteúdos de proteína bruta. Por outro lado, dentre as amostras com maiores conteúdos protéicos, podem ser ainda observadas diferenças, tendo a farinha de vísceras 4 apresentado valor superior ao da farinha de vísceras 5, as quais continham 62,47 e 62,46% de proteína bruta, respectivamente.

O perfil de digestibilidade da proteína em pepsina a 0,002%, obtido para as farinhas de carne e ossos, está de acordo com os dados de BELLAVIER et al. (1998), que apresentaram valores de 65,29 e 87,04% de digestibilidade em pepsina a 0,002%, para farinhas de carne e ossos com baixa e alta proteína bruta, respectivamente. Os autores relataram ainda que existem diferenças na solubilidade da proteína bruta, quando comparada às concentrações de 0,2, 0,002 e 0,0002%, devendo ser ressaltado que os

menores níveis proporcionam a maior possibilidade de identificar a qualidade protéica das farinhas de carne e ossos. Entretanto, pesquisas têm demonstrado que existe pouca ou nenhuma vantagem em reduzir a concentração de pepsina de 0,002 a 0,0002% para os ensaios com farinhas de carne e ossos (PARSONS et al., 1997). Já os valores obtidos para as farinhas de vísceras foram inferiores a 75,00%, preconizado pela ANFAR (1985), entretanto essa indicação está relacionada à digestibilidade da proteína em pepsina à concentração de 0,2%.

Os resultados de acidez em NaOH 0,1N/100g variaram de 0,79 a 3,52 meq/100 g, para a farinha de carne e ossos, e de 0,58 a 1,56 meq/100 g, para as farinhas de vísceras. Desta forma, todas as amostras atenderam à recomendação da ANFAR (1985), que é de no máximo 6,0 meq de NaOH 0,1 N/100 g de amostra para ambos os alimentos.

Os valores de módulo de finura (MF), índice de uniformidade (IU) e diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas de diferentes partidas de farinhas de carne e ossos (FCO) e de vísceras (FV) estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Módulo de finura (MF), índice de uniformidade (IU) e diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas de diferentes farinhas de carne e ossos (FCO) e de vísceras

FCO	MF(mfg)	IU (%)			DGM (μ m)
		Grossas	Médias	Finas	
FCO1	2,27	3,50	35,00	61,50	503
FCO2	2,40	5,30	35,70	59,00	550
FCO3	3,31	21,00	48,60	30,40	1.031
FCO4	2,57	5,50	39,10	55,40	619
FCO5	2,75	6,70	46,30	47,00	701
FCO6	2,76	6,40	46,50	47,10	704
FV1	2,70	5,00	55,50	39,50	686
FV2	2,60	1,20	53,40	45,40	632
FV3	2,10	0,60	23,20	76,20	446
FV4	2,90	6,90	60,90	32,20	776
FV5	2,40	0,70	33,70	65,60	545

Com relação aos valores de DGM, a farinha de carne e ossos 3 pode ser classificada como grossa, sendo as restantes classificadas como

médias, enquanto todas as farinhas de vísceras podem ser classificadas como médias, pois NUNES (2000) relatou que os alimentos podem ser classificados em grossos (DGM acima de 832,7 μm), médios (DGM entre 375,3 e 832,7 μm) e finos (DGM menor que 375,7 μm). À medida que houve aumento do DGM observou-se o respectivo aumento do MF, o que já era esperado, uma vez que o MF é representado por um índice que pode assumir qualquer valor compreendido entre 0 e 6 e correlaciona-se positivamente com o aumento do tamanho das partículas do ingrediente (ZANOTTO e BELLAVER, 1996).

Os resultados de energia bruta, energia digestível, coeficiente de digestibilidade da energia bruta, energia metabolizável, metabolizibilidade da energia bruta e da relação energia metabolizável/energia digestível das farinhas de carne e ossos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM), coeficientes de digestibilidade (CD) e de metabolizibilidade (CM) aparente da energia bruta e relação EM:ED de diferentes farinhas de carne e ossos (FCO) e de vísceras (FV)

FCO	EB (kcal/kg)	ED (kcal/kg)	CD (%)	EM (kcal/kg)	CM (%)	EM:ED (%)
FCO1	2.761	1.717	62,2	1.519	55,0	88,5
FCO2	2.810	1.897	67,5	1.698	60,4	89,5
FCO3	3.701	1.932	52,2	1.672	45,2	86,5
FCO4	3.323	2.056	61,9	1.834	55,2	89,2
FCO5	3.510	2.245	64,0	2.043	58,2	91,0
FCO6	4.142	2.908	70,2	2.608	63,0	89,7
FV1	4.485	4.068	90,7	3.668	81,8	90,2
FV2	3.681	3.281	89,1	3.151	85,6	96,0
FV3	4.753	4.259	89,6	3.929	82,7	92,3
FV4	5.497	4.567	83,1	4.293	78,1	94,0
FV5	4.312	3.810	88,4	3.540	82,1	92,9

Constatou-se que, de maneira geral, os valores de EB das farinhas de carne e ossos correlacionaram-se negativamente com a matéria mineral e positivamente com a proteína bruta, sendo o mesmo apresentado por ROSTAGNO et al. (2000). Por outro lado, dentre as farinhas de vísceras, o menor valor de energia bruta foi obtido para a amostra com menor teor de extrato etéreo (FV2), assim como a maior quantidade de matéria mineral, no

entanto a amostra com maior conteúdo de energia bruta foi a que apresentou maior quantidade de proteína bruta, porém com teor de extrato etéreo inferior ao das demais, com exceção da FV2. De acordo com EWANS (1991), a concentração de EB de um alimento é dependente da proporção de carboidratos, gorduras, proteínas, minerais e água, devendo ser ressaltado que a água e os minerais não contribuem para o conteúdo energético.

As temperaturas máxima e mínima do interior das instalações, durante o período experimental, foram de $23,43 \pm 1,83$ e $19,02 \pm 1,78^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Os valores de ED obtidos para as diferentes farinhas de carne e ossos variaram de 1.717 a 2.908 kcal/kg. Apesar da alta variabilidade, os valores são semelhantes aos propostos por ROSTAGNO et al. (2000), que relataram variação de 1.794 a 2.846 kcal/kg, para farinhas de carne e ossos com 35,96 e 54,50% de proteína bruta, respectivamente. As farinhas de vísceras, por sua vez, apresentaram maior variabilidade dos valores de ED (3.281 - 4567 kcal/kg), em relação aos propostos por ROSTAGNO et al. (2000) para as farinhas de vísceras com alto e baixo conteúdo de gordura. Entretanto, o NRC (1998) apresenta valor de 3.090 kcal/kg, mostrando-se inferior aos valores obtidos. Por outro lado, EMBRAPA (1991) propôs o valor de 4.465 kcal/kg para farinha de vísceras com 54,37% de proteína bruta e 12,79% de extrato etéreo, sendo, portanto, mais próximo ao maior valor obtido neste trabalho, porém superior a 4.411 kcal/kg, sugerido por ROSTAGNO et al. (2000) para a farinha de vísceras com 55,20% de proteína bruta e 20,58% de gordura.

Pode-se observar o maior coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CD) na farinha de carne e ossos que apresentou o menor nível de cálcio (FCO 6), em relação às demais, com maiores níveis. O mesmo também pode ser verificado nas farinhas de vísceras, uma vez que a amostra com menor quantidade de cálcio (FV 1) foi a que apresentou o maior CD. Este comportamento pode ser explicado, segundo MAYNARD et al. (1984), pelo fato de os ácidos graxos se combinarem com o cálcio, assim como o magnésio, para formar compostos insolúveis, que são excretados nas fezes, o que conseqüentemente pode proporcionar redução da digestibilidade da energia bruta do alimento. Além disto, a porcentagem de

matéria mineral dos alimentos, como um todo, exerce efeitos negativos sobre os valores de ED (NRC, 1998). Por outro lado, a farinha de carne e ossos 3 apresentou baixo CD em relação à farinha de carne e ossos 2, tendo elas apresentado, respectivamente, 15,33 e 15,91% de cálcio, assim como 37,94 e 35,72% de proteína bruta. No entanto, a farinha de carne e ossos 3 foi a que apresentou o maior DGM ($1.031\ \mu\text{m}$) entre todas as amostras estudadas, o que pode ter colaborado com o menor CD. Estas diferenças entre os CD podem ser, em parte, atribuídas aos diferentes DGM obtidos, pois ZANOTTO e MONTICELLI (1998) relataram que a eficiência da digestão é influenciada, entre outros fatores, pela intensidade do contato entre o alimento e as secreções digestivas, e, neste sentido, a superfície de exposição e o tempo de passagem do alimento podem determinar variações nos valores de digestibilidade.

Os valores de EM obtidos para as farinhas de carne e ossos assemelham-se aos apresentados por ROSTAGNO et al. (2000), que variaram de 35,96 a 54,50% de proteína bruta. Da mesma forma, os valores obtidos para as farinhas de vísceras, com exceção da farinha de vísceras 2, encontram-se entre os valores propostos pelos autores para as farinhas de vísceras com alta e baixa taxas de gordura.

No caso das farinhas de carne e ossos, constatou-se que o CM, em média, refletiu o CD das diferentes amostras, o que proporcionou baixa variabilidade da EM:ED. Por outro lado, dentre as farinhas de vísceras observou-se maior CM para a farinha de vísceras 2, que por sua vez continha menor quantidade de proteína bruta em relação às farinhas 3, 4 e 5, porém a farinha de vísceras 2 tinha maior quantidade de proteína bruta em relação à farinha de vísceras 1, que por sua vez apresentou um menor CM em relação à farinha de vísceras 2.

A variabilidade da EM:ED pode ser atribuída à quantidade e à qualidade da proteína das diferentes farinhas de carne e ossos e vísceras, pois, se a proteína é de baixa qualidade ou em excesso, a EM decresce, pelo fato de os aminoácidos, não utilizados para a síntese protéica, serem catabolizados e utilizados como fonte de energia, sendo o nitrogênio excretado na urina. Portanto, com a elevação do conteúdo de nitrogênio na urina, as perdas energéticas da urina aumentam, proporcionando redução

da EM (NRC, 1998). Segundo NOBLET e HENRY (1993), a perda energética na urina representa uma porcentagem variável da ED, sendo esta perda altamente dependente da quantidade de nitrogênio na urina.

Dentre as farinhas de carne e ossos, a menor relação EM:ED, assim como o menor CM, foi obtida para a farinha de carne e ossos 3, obtendo-se resultado semelhante, dentre as farinhas de vísceras, para a farinha de vísceras 1. Estes resultados podem ser reflexos da pior qualidade protéica, uma vez que estas apresentaram menores quantidades de proteína bruta. Além disto, os baixos valores de CM e da relação EM:ED podem ser um indicativo da menor síntese protéica, uma vez que os aminoácidos que não são utilizados para a síntese protéica são catabolizados e utilizados como fonte de energia, sendo o nitrogênio excretado como uréia (MAY e BELL, 1971). Tais diferenças podem ser também atribuídas ao processamento térmico a que são submetidas, uma vez que, dependendo da intensidade do tratamento térmico, pode proporcionar reações de complexação com outras substâncias.

Observa-se que as farinhas de carne e ossos 4 e 5, pertencentes ao mesmo grupo protéico, apresentaram valores diferentes da relação EM:ED, evidenciando que a qualidade protéica dos alimentos, além da quantidade, pode influenciar a metabolizabilidade da energia bruta, sendo o mesmo observado para as farinhas de vísceras 4 e 5, que possuíam o mesmo conteúdo protéico, porém apresentaram diferentes EM:ED.

As equações de predição calculadas para estimar os valores de ED e EM das farinhas de carne e ossos e de vísceras encontram-se nas Tabelas 5 e 6, respectivamente. As variáveis utilizadas foram proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), digestibilidade em pepsina (pepsina), acidez em NaOH (Acidez) e diâmetro geométrico médio (DGM).

Entre as variáveis utilizadas para determinar as equações de predição da energia digestível e metabolizável das farinhas de carne e ossos, a proteína bruta apresentou correlação positiva, ao passo que a matéria mineral apresentou correlação negativa. Este efeito negativo da matéria mineral, nas equações de predição da energia digestível e metabolizável, é altamente significativo, e pode em parte estar ligado a vários fatores. Segundo MORGAN et al. (1987), esta expressiva influência negativa da

matéria mineral sobre a energia digestível é devido à sua ação como diluente da energia bruta, reduzindo o conteúdo de matéria orgânica dos alimentos. Além de seu efeito diluente, pode haver redução da digestibilidade de alguns compostos, como gorduras (NOBLET e PERES, 1993), o que pode ter colaborado para obtenção de uma correlação negativa no caso do extrato etéreo, o que não era previsto. No entanto, NOBLET e

Tabela 5 – Equações de predição dos valores de energia digestível e metabolizável, a partir da composição química das farinhas de carne e ossos

Constante	Equações dos Valores de ED								DGM	R ²
	PB	FB	EE	MM	Ca	P	Pepsina	Acidez		
+1.196,11	44,18	-	-	-	-	-121,55	-	-	-	0,98
+6.128,47	-	-	-65,88	-	-103,01	-165,41	-	-	-	0,98
+3.031,68	28,49	-	-35,92	-37,44	-	-	-	-	-	0,97
+5.724,70	-	-	-80,10	-70,26	-	-	-	-	-	0,96
+333,45	54,12	-	-	-9,52	-	-	-	-	-	0,96
+5.678,08	-	-	-78,24	-	-172,22	-	-	-	-	0,96
-409,93	62,54	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96
Equações dos Valores de EM										
+2.103,35	22,56	-	-	-	-	-164,02	-	-	-	0,94
+400,17	40,10	-	-9,25	-	-	-	-	-	-	0,93
+4.934,41	-	-	-	-31,14	-	-255,34	-	-	-	0,92
+5.041,89	-	-	-	-	-	-329,85	-	-	-	0,91
-433,75	57,34	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92
+4.492,56	-	-	-	-61,41	-	-	-	-	-	0,87
+4.382,40	-	-	-	-	-152,20	-	-	-	-	0,85

Tabela 6 - Equações de predição dos valores de energia digestível e metabolizável, a partir da composição química das farinhas de vísceras

Constante	Equações dos Valores de ED								DGM	R ²
	PB	FB	EE	MM	Ca	P	Pepsina	Acidez		
+8.226,97	-33,01	-	-	-160,05	-	-	-	-	-	0,86
+1.797,75	-	-	157,36	-	-	-	-	-	-	0,83
+3.893,28	-	-	100,66	-77,49	-	-	-	-	-	0,81
+1.276,75	-50,87	-	321,64	-	-	-	-	1587,01	-	0,80
+3.074,69	-	-	112,77	-49,44	-	-	4,73	-	-	0,80
+1.2496,4	-	-	-	-193,73	-1667,32	-	-	-	-	0,78
+1.620,33	-	-	144,23	-	-	-	9,92	-	-	0,77
Equações dos Valores de EM										
+1.0146,5	-	-	-	-166,27	-1259,25	-	-	-	-	0,86
+5.463,97	-	-	-	-106,52	-	-	-	-	-	0,79
+5.707,84	-2,99	-	-	-110,03	-	-	-	-	-	0,77
+4.729,23	-	-	37,99	-95,24	-	-	-	-	-	0,75
+3.256,86	-	-	-	-	-	-	13,64	-	-	0,73
+3.821,98	-	-	45,41	-57,49	-	-	5,235	-	-	0,72
+2.021,85	-	-	90,36	-	-	-	11,67	-	-	0,70

PERES (1993) associaram a redução da digestibilidade do extrato etéreo à formação de sabões com minerais da dieta, e, segundo LEHNINGER (1991), os sabões de cálcio são muito insolúveis, o que pode também referendar, além dos efeitos causados pelos minerais, a correlação negativa obtida para cálcio, uma vez que a farinha de carne e ossos possui grandes quantidades. Por outro lado, o efeito obtido para o extrato etéreo pode ser também devido à digestibilidade da gordura, em subprodutos de origem animal e ser altamente influenciado pelo processamento. JUST et al. (1982) obtiveram digestibilidade da gordura em farinhas de carne e ossos variando de 20 a 30%, no caso de processamento por extração em hexano, e variando de 50 a 60%, em amostras submetidas à prensagem sob alta pressão. BATTERHAM et al. (1980) também atribuíram a variação no conteúdo de energia digestível, de farinhas de carne e farinhas de carne e ossos à quantidade de extrato etéreo e de ossos das farinhas.

Quanto às equações obtidas para a farinha de vísceras, pode-se observar que a matéria mineral também proporcionou efeito negativo sobre as equações, tanto para ED quanto para EM, entretanto obteve-se efeito positivo para o extrato etéreo, o que pode estar relacionado ao efeito inibitório dos lipídeos sobre o esvaziamento gástrico, que, por sua vez, pode proporcionar uma melhoria na digestibilidade. Observa-se também que o efeito da digestibilidade em pepsina foi positivo, ao passo que a proteína bruta teve efeito negativo, destacando que não somente a quantidade de proteína do alimento, como também a qualidade são de grande importância nos valores de ED e EM.

Os coeficientes de determinação (R^2) das equações de predição da energia digestível para farinha de carne e ossos variaram de 0,98 a 0,96. Entretanto, as melhores combinações, utilizando apenas as variáveis de composição química associadas aos maiores R^2 (0,98), foram aquelas representadas por duas (PB e P) e três (EE, Ca e P) variáveis. Por outro lado, equações com menor R^2 (0,96), utilizando apenas duas variáveis (EE e MM; PB e MM), podem ser utilizadas na estimativa, pois proporcionam maior praticidade na realização das análises laboratoriais.

As equações de predição dos valores de energia metabolizável das farinhas de carne e ossos apresentaram variação no R^2 de 0,94 a 0,85,

tendo a equação composta por PB e P apresentado alto R^2 (0,94). No entanto, a equação composta por PB e EE, que apresentou menor R^2 (0,93), proporciona maior facilidade quanto às análises laboratoriais, uma vez que não envolve cálcio e, ou, fósforo. Além disto, as equações compostas por até quatro variáveis de composição química requerem menor tempo, maior facilidade e maior economia na determinação, podendo ser utilizadas com maior facilidade, pois, segundo WISEMAN e COLE (1985), um grande interesse tem sido demonstrado pela utilização de equações de predição de ED e EM dos alimentos, compostas por apenas uma ou uma combinação de variáveis de composição química.

Dentre as equações obtidas para estimar a energia digestível da farinha de vísceras, a que apresentou maior R^2 (0,86), utilizando apenas variáveis de composição química, foi constituída por duas variáveis (PB e MM). Para a energia metabolizável, a equação que apresentou maior R^2 (0,86), associada à variáveis de composição química, foi representada por MM e Ca. BATISTI (1983) obteve maiores valores de R^2 (0,87), tanto para energia digestível quanto metabolizável, com a combinação de PB, FB, EE e MM, entretanto ele não utilizou as variáveis Ca e P como possíveis preditores. O autor utilizou, além de alimentos de origem animal, alimentos de origem vegetal na determinação. No caso da energia digestível a equação que proporciona maior facilidade das análises químicas, assim como maior R^2 (0,86), é representada por PB e MM, enquanto para a energia metabolizável é representada somente pela MM, com um R^2 de 0,79.

4. CONCLUSÕES

1 - Os valores de energia digestível e metabolizável para a farinha de carne e ossos variaram de 1.717 a 2.908 kcal/kg e 1.519 a 2.608 kcal/kg, respectivamente, enquanto os valores para a farinha de vísceras variando de 3.281 a 4.567 kcal/kg e de 3.151 a 4.293 kcal/kg, respectivamente.

2 - As equações de predição da energia digestível e metabolizável que apresentaram maiores R^2 para a farinha de carne e ossos foram: $ED = 1196,11 + 44,18 \times PB - 121,55 \times P$ e $EM = 2103,35 + 22,56 \times PB - 164,02 \times P$; e para a farinha de vísceras foram: $ED = 8226,97 - 33,01 \times PB - 160,05 \times MM$ e $EM = 10146,5 - 166,27 \times MM - 1259,25 \times Ca$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFZ, AJINOMOTO EUROLYSINE, AVENTIS ANIMAL NUTRITION, INRA, ITCF. 2000. *Digestibilidade ileal estandarizada de aminoácidos em ingredientes para rações de suínos*. 44p. (Ami Pig)
- ALBINO, L.F.T.A., SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, p.303-318.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR, 1985. *Matérias-primas para alimentação animal*. 4 ed. São Paulo. 65p.
- BATTERHAM, E.S., LEWIS, C.E., LOWE, R.F. et al. 1980. Digestible energy content of meat meals and meat and bone meals for growing pigs. *Anim. Prod.* 31:273-277.
- BATISTI, J.A. *Composição química e valores de alguns alimentos para suínos com diferentes idades*. Viçosa-MG: UFV, 1983. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- BELLAVER, C., ZANOTTO, D.L., GUIDONI, AL. et al. 1998. *Ajuste no teste de solubilidade do nitrogênio em pepsina para farinhas de carne e ossos destinadas a fabricação de rações*: EMBRAPA-CNPSA, p.1-2.. (Comunicado Técnico, 225).
- BRASIL. Decreto nº 29.651, de 8 de julho de 1951. *Aprova o Regulamento de Inspeção industrial e sanitária de Produtos de Origem Animal*. RIISPOA, 1951.
- BRUGALLI, I. *Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte*. Viçosa-MG: UFV, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- DIVISÃO DE FISCALIZAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS – DIFISA.
Padrões oficiais de matérias-primas destinadas à alimentação animal.
Brasília-DF, 1989. 40p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPASA) – EMBRAPA-CNPASA, 1991..
Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3 ed. Concórdia-SC: EMBRAPA-CNPASA, 97p.
(Documento 19).
- EWANS, R.C. 1991. Energy utilization in swine nutrition. In: MILLER, E.R., ULREY, D.E., LEWIS, A.J. *Swine nutrition.* Burtterworth-Heinemann, p.121-132.
- FERREIRA, E.R.A., FIALHO, E.T., TEIXEIRA, A.S. et al. 1997. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suíno. *R. Soc. Bras. Zoot.*, v.26, n.3, p.514-523.
- JUST A. 1982. The net energy value of balanced diets for growing pigs. *Livest. Prod. Sci.*, v.8, p.541-555.
- LEHNINGER, A.L. *Princípios de bioquímica.* 7 ed. São Paulo: Sarvier. 1991. 725p.
- MAY, R.W., BELL, J.M. 1971. Digestible and metabolizable energy values of some feeds for growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, v.51, n.2, p.271-278.
- MAYNARD, L.A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F., WARNER, R.G. Nutrição animal. 3.ed., Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA – MAARA. *Normas e padrões de nutrição e alimentação animal.* Revisão. Curitiba-PR, 1996. 145p.
- MORGAN, C.A., WHITTEMORE, C.T., PHILLIPS, P. et al. 1987. The prediction of the energy value of compounded pig foods from chemical analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.17, p.81-107.
- NOBLET, J., HENRY, Y. 1993. Energy evaluation systems for pig diets: a review. *Liv. Prod. Sci.*, v.36, p.121-141.
- NOBBLET, J., PEREZ, J.M. 1993. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.3389-3398.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrients requirement of swine.* 10 ed. Washington DC: National Academic Press, 1998. 189p.

- NUNES, R.V. *Valores energéticos e aminoácidos digestíveis do grão de trigo e de seus subprodutos para aves*. Viçosa-MG: UFV, 2000. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- PARSONS, C.M., CASTANON, F., HAN, Y. 1997. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poul. Sci.*, v.76, p.361-368.
- PEKAS, J.C. 1968. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.*, v.27, p.1303-1306.
- RHÔNE POULENC. *Rhodimet feed formulation guide*. 6. ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 1993. 39p.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. 1. ed., Viçosa, MG: UFV, 1983. 61p.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa-MG: UFV, 2000. 141p.
- SEERLEY, R.W. 1991. Major feedstuffs used in swine diets. In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. (Eds.) *Swine nutrition*. Butterworth-Heinemann, p.509-516.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa-MG: UFV, 1990. 160p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas)*. Viçosa, MG: UFV, 1999. 59p.
- VIEITES, F.M. *Valores de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves*. Viçosa-MG: UFV, 1999. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- ZANOTTO, D.L., BELLAVER, C. *Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves*. EMBRAPA-CNPSA, 1996. p.1-5. (Comunicado Técnico, 215).
- ZANOTTO, D.L., MONTICELLI, C.J. Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, SC. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998, p.26-47 (EMBRAPA-CNPSA, Documentos, 52).
- WISEMAN, J., COLE, D.J.A. Predicting the energy content of pig feeds. In: COLE, D.J.A., HARESIGN, W. (Eds.) *Recent developments in pig nutrition*. Butterworth, p.59-70.

AVALIAÇÃO DA PERDA ENDÓGENA DE AMINOÁCIDOS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA

RESUMO - O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar as perdas endógenas de aminoácidos em função de diferentes níveis de inclusão de fibra em uma dieta isenta de proteína. Foram utilizados oito suínos mestiços, machos castrados, com peso médio inicial de $50,17 \pm 4,10$ kg, submetidos previamente à cirurgia para implantação de cânula "T" simples, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, quatro repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta isenta de proteína, com quatro níveis de inclusão de casca de arroz, que proporcionaram níveis de 1,000, 2,000, 3,000 e 4,000% de fibra bruta e, ou, 1,820, 3,640, 5,460 e 7,280% de fibra em detergente neutro. Dentre os aminoácidos estudados, apenas a glicina não apresentou resposta significativa ($P>0,05$) aos níveis de inclusão de fibra à dieta isenta de proteína, ocorrendo aumento da perda endógena dos demais aminoácidos à medida que os níveis de fibra na dieta aumentaram.

Palavras-chave: Aminoácidos, fibra, perda endógena, suínos.

EVALUATION OF ENDOGENOUS AMINO ACIDS LOSSES IN FUNCTION OF DIFERENT FIBER LEVELS

ABSTRACT - The experiment was carried out with the objective of evaluating the endogenous amino acids losses in function of different fiber levels' inclusion in a free protein diet. Were used eight crossbreed swine, castrated males, averaging 50.17 ± 4.10 kg initial weight, submitted previous to the simple T canula surgery implantation, were allotted to a randomized blocks design, with four treatments, four replicates and one animal per experimental unit. The treatments consisted in a free protein diet with four levels of rice peel inclusion, that provided levels of 1,000, 2,000, 3,000 and 4,000% of crude fiber and/or 1,820, 3,640, 5,460 e 7,280% neutral detergent fiber. Among the studied amino acids just the glycine didn't have a significant effect ($P>0.05$) at the fiber levels' inclusion to the free protein diet, having an increase of the endogenous losses ($P<0.05$) of the other amino acids as the fiber levels in the diet increased.

Key Words: amino acids, fiber, endogenous losses, swine.

1. INTRODUÇÃO

Os valores de digestibilidade ileal de aminoácidos dos ingredientes que compõem uma dieta podem ser expressos em digestíveis aparentes e, ou, verdadeiros, devendo ser ressaltado que esta última considera as perdas endógenas de aminoácidos. Desta forma, os valores de digestibilidade ileal verdadeira têm sido maiores que os valores de digestibilidade ileal aparente. Portanto, torna-se necessária a mensuração das perdas endógenas de aminoácidos, determinar a digestibilidade ileal verdadeira.

Para determinação das perdas endógenas de aminoácidos, várias têm sido as técnicas usadas, dentre as quais tem-se destacado a de utilização de uma dieta isenta de proteína, por ser satisfatória, simples e apresentar resultados relativamente bons, desde que ela não seja oferecida por um longo período de tempo aos animais.

Vários fatores podem influenciar as perdas endógenas de aminoácidos, dentre eles tem sido citado o conteúdo de fibra, que pode proporcionar aumento da perda endógena de aminoácidos quando se utiliza dieta isenta de proteína (MARISCAL-LANDIN et al., 1995). Teoricamente, a fibra dietética pode reduzir a digestibilidade da proteína e de aminoácidos por meio de estímulo da produção de proteína de origem bacteriana, através da adsorção de aminoácidos e peptídeos para a matriz da fibra e pelo aumento da secreção de proteína endógena (SCHULZE et al., 1994).

Além disto, tem-se constatado que a inclusão de fibra na dieta resulta em aumento da descamação da mucosa intestinal e aumento da produção de muco, levando ao aumento na perda de aminoácidos endógenos (SCHEEMAN et al., 1982). As secreções do intestino delgado, que incluem a mucina, têm contribuído com uma grande proporção de secreções endógenas de nitrogênio no intestino delgado (LI et al., 1994). No entanto, em grande número dessas pesquisas a celulose tem sido utilizada como fonte de fibra nas dietas isentas de proteínas, o que nem sempre reflete o tipo de fibra presente nos alimentos em estudo.

A fibra, portanto, 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).

Assim, torna-se necessário avaliar a perda endógena de aminoácidos em função de diferentes níveis de inclusão de fibra a uma dieta isenta de proteína.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Foram utilizados oito suínos mestiços (Landrace x Large White), machos e castrados, que foram submetidos à cirurgia para implantação de cânula “T” simples. Após a cirurgia, os animais passaram por um período de 20 dias de recuperação. Durante este período, os animais foram alojados em baias de creche, metálicas, suspensas, com pisos plásticos, laterais teladas, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto, teto de madeira e com janelas basculantes nas laterais.

No interior das instalações foi utilizado um termômetro de mínima e máxima, à altura dos animais, para que fossem realizadas, duas vezes ao dia, as mensurações das temperaturas mínima e máxima durante o período experimental.

Após o período de recuperação, os animais com peso médio inicial de $50,17 \pm 4,10$ kg foram submetidos aos tratamentos, permanecendo durante todo o período experimental nas mesmas instalações.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os animais foram redistribuídos nos tratamentos, evitando a sua repetição por duas vezes consecutivas. Os tratamentos (T) constaram de uma dieta isenta de proteína, com quatro

níveis de inclusão de fibra (1,000, 2,000, 3,000 e 4,000% de FB e, ou, 1,820, 3,640, 5,460 e 7,280% de FDN e, ou, 1,504, 3,008, 4,512 e 6,016% de FDA), formuladas à base de amido de milho, açúcar, óleo, minerais e vitaminas, tendo como fonte de fibra a casca de arroz.

A casca de arroz utilizada foi separada dos grãos de arroz quebrados e das impurezas contidas na palha, por meio de ventilador.

As composições química e energética dos ingredientes utilizados nas rações experimentais encontram-se na Tabela 1. Na Tabela 2 está apresentada a composição aminoacídica da casca de arroz.

O conteúdo em aminoácidos e proteína bruta da casca de arroz, foi considerado como totalmente indigestível, sendo então subtraídos dos valores de perda endógena.

As rações experimentais tinham 0,5% de óxido crômico (Cr_2O_3), utilizado como indicador na determinação da digestibilidade.

Na Tabela 3 encontram-se as composições centesimais das rações experimentais.

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no tamanho metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Para evitar perdas e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas e fornecidas duas vezes ao dia (7 e 19 horas).

Foi adotado o período de cinco dias de adaptação dos animais aos tratamentos e um dia de coleta de digesta, que tinha início às 7 horas e término às 7 horas do dia seguinte, em intervalos de três horas.

A digesta foi coletada em sacos de polietileno, presos à cânula, e posteriormente colocadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador (-5°C), até o final do período de coleta. Ao final desse período as amostras, compostas por animal, foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e liofilizadas.

Foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta e crômio das digestas e rações experimentais. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com as técnicas descritas por SILVA (1990).

Tabela 1 - Composição química e energética dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

	Casca de Arroz	Açúcar	Amido	Óleo	Calcário	Fosfato Bicálcico
Energia digestível (kcal/kg) ^{2/}	-	4.124	3.708	7.956	-	-
Matéria seca (%) ^{1/}	90,50	99,65	88,70	-	-	-
Proteína bruta (%) ^{1/}	1,75	0,05	0,49	-	-	-
Cálcio (%)	0,08 ^{3/}	-	-	-	37,70 ^{2/}	22,61 ^{2/}
Fósforo total (%)	0,14 ^{3/}	-	-	-	-	17,03 ^{2/}
Fibra bruta (%)	38,18 ^{1/}	-	-	-	-	-
Fibra em detergente neutro (%)	69,47 ^{1/}	-	-	-	-	-
Fibra em detergente ácido (%)	57,41 ^{1/}	-	-	-	-	-
Hemicelulose (%)	12,06 ^{4/}	-	-	-	-	-
Lignina (%)	28,70 ^{1/}	-	-	-	-	-

^{1/} Valores médios obtidos por análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (UFV).

^{2/} Valores calculados das Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos e Exigências de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 1983).

^{3/} Valores obtidos da Tabela de Composição Química e Valores Energéticos de Alimentos para Suínos e Aves (EMBRAPA, 1991).

^{4/} Calculado conforme SILVA et al. (1990).

Tabela 2 – Composição em aminoácidos da casca de arroz, em porcentagem^{1/}

Aminoácidos Essenciais (%)	Casca de Arroz
Arginina	0,056
Histidina	0,028
Isoleucina	0,050
Leucina	0,110
Lisina	0,069
Metionina	0,021
Fenilalanina	0,066
Treonina	0,070
Valina	0,091
Não-Essenciais (%)	
Alanina	0,105
Ácido aspártico	0,139
Ácido glutâmico	0,180
Cistina	0,023
Glicina	0,083
Serina	0,071
Tirosina	0,017

^{1/} Análises realizadas nos laboratórios da Ajinomoto Biolatina Ind. e Com. Ltda., São Paulo-SP, e de Nutrição Animal (UFV).

Tabela 3 – Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	1	2	3	4
Casca de arroz	2,62	5,24	7,86	10,48
Açúcar	10,00	10,00	10,00	10,00
Amido	82,28	79,68	77,08	74,46
Óleo	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	2,99	2,97	2,96	2,95
Calcário	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplemento mineral ^{1/}	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ^{2/}	0,05	0,05	0,05	0,05
Antibiótico ^{3/}	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante ^{4/}	0,01	0,01	0,01	0,01
Óxido crômico	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição Calculada				
Matéria seca (%)	85,27	85,34	85,40	85,46
Proteína bruta(%)	0,45	0,48	0,52	0,55
Energia digestível (kcal/kg)	3.541	3.445	3.348	3.251
Cálcio (%)	0,68	0,68	0,68	0,68
Fósforo total (%)	0,51	0,51	0,51	0,51
Fibra bruta(%)	1,000	2,000	3,000	4,000
FDN (%)	1,820	3,640	5,460	7,280
FDA (%)	1,504	3,008	4,512	6,016
Hemicelulose (%)	0,316	0,632	0,948	1,264
Lignina (%)	0,752	1,504	2,256	3,008

^{1/} Conteúdo/kg: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100g; iodo, 1,5 g; e veículo q.s.p. 500 g.

^{2/} Conteúdo/kg: vit. A, 10.000.000 U.I.; vit D₃, 1.500.000 U.I.; vit. E, 30.000 U.I.; vit B₁ - 2,0 g; vit B₂ - 5,0 g; vit. B₆- 3,0 g; vit B₁₂- 30.000 mcg; ácido nicotínico 30.000 mcg; ácido pantotênico, 12.000 mcg; vit. K₃, 2.000 mg; ácido fólico, 800 mg; biotina, 100 mg; selênio 300 mg; e veículo q.s.p - 1.000 g.

^{3/} Bacitracina de zinco.

^{4/} BHT.

A composição em aminoácidos, das digestas e rações, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e na Ajinomoto Biolatina Ind. e Com. Ltda.

O modelo estatístico utilizado para as análises de perdas endógenas dos aminoácidos essenciais e não-essenciais foi:

$$Y_{ij} = m + T_i + B_j + E_{ij}$$

em que

Y_{ij} = valor observado na parcela relativa ao tratamento i, na repetição j;

m = média geral;

T_i = efeito do tratamento i ;

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3, \text{ e } 4$; e

e_{ij} = erro experimental.

Os dados foram submetidos à análises estatísticas, utilizando o programa SAEG, desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (1999). As estimativas das perdas endógenas de cada aminoácidos foi realizada com o uso do modelo linear e, ou, quadrático, e na análise de variância adotou-se o consumo de matéria seca como co-variável.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas máxima e mínima do interior das instalações foram de $26,00 \pm 2,19$ e $21,35 \pm 1,69^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

As perdas ileais endógenas dos aminoácidos estudados, em função dos níveis de fibra da dieta isenta de proteína, estão apresentadas na Tabela 4. Com exceção do aminoácido glicina, a perda endógena dos demais aminoácidos aumentou ($P < 0,05$) de forma linear à medida que o nível de fibra da dieta era elevado.

Observou-se também grande variação entre as perdas endógenas de cada aminoácido, dentro do mesmo tratamento, tendo sido observada variação de 0,05 a 0,42 mg de aminoácido endógeno por grama de DIP consumida, para a metionina e o ácido glutâmico, respectivamente, no tratamento 1. No tratamento 4, a metionina continuou apresentando o menor valor de perda endógena de aminoácidos (0,09 mg/g DIP consumida), entretanto a alanina demonstrou a maior perda endógena (0,82 mg/g DIP consumida). Essas diferenças entre o conteúdo de aminoácidos ileais endógenos, segundo FAN et al. (1995), podem ser devido, principalmente, às diferenças nas concentrações das várias secreções endógenas do trato digestivo.

Tabela 4 – Valores médios de aminoácidos endógenos ileais (AEI)¹, determinados por meio do uso de uma dieta isenta de proteína (DIP) com diferentes níveis de fibra

Aminoácidos Essenciais	AEI (mg/g DIP Consumida)				CV (%)
	T1	T2	T3	T4	
Arginina ²	0,13	0,16	0,22	0,26	14,23
Histidina ²	0,06	0,07	0,11	0,13	12,64
Isoleucina ^{2,4}	0,22	0,21	0,28	0,35	7,83
Leucina ²	0,31	0,32	0,42	0,53	6,99
Lisina ²	0,18	0,33	0,45	0,58	8,66
Metionina ²	0,05	0,06	0,06	0,09	13,93
Fenilalanina ²	0,12	0,19	0,28	0,33	9,92
Treonina ²	0,27	0,32	0,36	0,43	10,78
Valina ^{2,4}	0,33	0,33	0,40	0,54	7,95
Não-Essenciais					
Alanina ^{2,4}	0,41	0,44	0,52	0,82	11,25
Ac. aspártico ²	0,38	0,44	0,50	0,69	17,70
Ac. glutâmico ²	0,42	0,47	0,60	0,78	11,00
Cistina ²	0,12	0,13	0,14	0,18	11,42
Glicina	0,42	0,51	0,48	0,54	10,17
Serina ²	0,18	0,19	0,26	0,32	10,97
Tirosina ³	0,10	0,11	0,17	0,16	17,85

^{1/} Dados expressos na base da matéria seca.

^{2/} Efeito linear (P < 0,01).

^{3/} Efeito linear (P < 0,05).

^{4/} Efeito quadrático (P < 0,05).

O perfil de excreção endógena de aminoácidos assemelha-se ao obtido por SERRANO (1989), que trabalhando com suínos anastomosados, com peso médio inicial de 31,34 kg, utilizando uma dieta isenta de proteína e tendo como fonte de fibra a casca de arroz (1,49%) e o sabugo de milho (1,49%), obteve, dentre os aminoácidos estudados, menor excreção endógena para a metionina e maior excreção para o ácido glutâmico, sendo de 0,1751 e 0,8634 mg/g de DIP consumida, respectivamente, valores estes superiores aos obtidos no presente estudo. Por outro lado, POZZA (1998), trabalhando com suínos anastomosados, com peso médio inicial de 22,0 kg, e uma dieta isenta de proteína com 2,36% de fibra bruta, proveniente da inclusão de casca de arroz, encontrou menor excreção endógena para a cistina (0,05 mg/g de DIP consumida) e maior excreção para o ácido glutâmico (0,53 mg/g de DIP consumida), em relação aos demais aminoácidos avaliados.

Além de a metionina ter apresentado a menor perda endógena, dentre todos os aminoácidos estudados, em todos os tratamentos pode-se observar

também que a contribuição endógena não só da metionina, como também da cistina não foram muito expressivas, devendo ser ressaltado que houve maior perda endógena ileal para a cistina do que para a metionina. 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 freqüentemente menor, comparado aos demais aminoácidos, e de a cistina apresentar maior contribuição endógena em ambas as secreções, comparada à metionina (PÖHLAND et al., 1993).

Observou-se diferença significativa dos valores de perda endógena de treonina ($P < 0,01$), que, de acordo com GRALA et al. (1998), é devido ao aumento de glicoproteínas provenientes do muco intestinal, que possuem grande quantidade de treonina.

Os resultados significativos ($P < 0,01$) obtidos para os ácidos aspártico e glutâmico também podem ser devido ao aumento das descamações intestinais, proporcionado pelo aumento dos níveis de fibra, pois NEUTRA e FORSTNER (1987) relataram que as glicoproteínas da mucina possuem expressiva quantidade desses aminoácidos, assim como de treonina. Também, os elevados valores de perda endógena, obtidos para os ácidos aspártico e glutâmico, podem estar associados a uma relativa proporção destes aminoácidos no suco pancreático de suínos (PÖHLAND et al., 1993), além de sua contribuição na camada de mucina, e no caso da leucina, ter apresentado uma diferença significativa ($P < 0,01$), o que pode ser devido também às secreções pancreáticas, pois segundo esses autores o suco pancreático de suínos apresenta uma expressiva quantidade de leucina.

O resultado de perda endógena obtido para glicina ($P > 0,05$) não condiz com os resultados encontrados por DE LANGE et al. (1989), que observaram diferenças na perda endógena ileal da glicina ao suplementar pectina e celulose à dieta isenta de proteína.

Nas Tabelas 5, 6 e 7 estão apresentadas as equações de regressão em função dos níveis de FB, FDN e FDA respectivamente.

Pode-se observar que a maioria dos efeitos significativos encontrados foram lineares, devendo ser ressaltado que para isoleucina, valina e alanina foram encontrados efeitos lineares e quadráticos (Tabelas 5, 6 e 7). Resultados semelhantes foram obtidos por DE LANGE et al. (1989), que

Tabela 5 – Estimativas das perdas endógenas de aminoácidos em função do conteúdo de fibra bruta da dieta isenta de proteína, por meio do uso de modelos de regressão polinomial

Aminoácidos Essenciais	Equações de Regressão	R ²
Arginina ¹	$\hat{Y} = 0,0805 + 0,0445X$	0,77
Histidina ¹	$\hat{Y} = 0,0221 + 0,0279X$	0,85
Isoleucina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,1463 + 0,0464X$	0,72
Leucina ¹	$\hat{Y} = 0,2495 - 0,0568X + 0,0206X^2$	0,83
Lisina ¹	$\hat{Y} = 0,2028 + 0,0759X$	0,82
Lisina ¹	$\hat{Y} = 0,0575 + 0,1316X$	0,96
Metionina ¹	$\hat{Y} = 0,0343 + 0,0124X$	0,63
Fenilalanina ¹	$\hat{Y} = 0,0500 + 0,0715X$	0,90
Treonina ¹	$\hat{Y} = 0,2133 + 0,0533X$	0,72
Valina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,2246 + 0,0701X$	0,70
Valina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,4034 - 0,1087X + 0,0358X^2$	0,85
Não-Essenciais		
Alanina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,2185 + 0,1321X$	0,70
Alanina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,5579 - 0,2072X + 0,0679X^2$	0,85
Ac. aspártico ¹	$\hat{Y} = 0,2493 + 0,1010X$	0,58
Ac. glutâmico ¹	$\hat{Y} = 0,2687 + 0,1110X$	0,78
Cistina ¹	$\hat{Y} = 0,0952 + 0,0194X$	0,57
Serina ¹	$\hat{Y} = 0,1210 + 0,0473X$	0,75
Tirosina ²	$\hat{Y} = 0,0784 + 0,0224X$	0,40

^{1/} Efeito linear (P<0,01).

^{2/} Efeito linear (P<0,05).

^{3/} Efeito quadrático (P<0,05).

encontraram diferenças significativas entre os valores de perda endógena de todos os aminoácidos essenciais e não-essenciais, expressos em função da porcentagem da proteína bruta endógena, quando avaliaram a inclusão de pectina, celulose e óleo de canola à dieta isenta de proteína, observando ainda que o efeito da pectina purificada sobre a perda ileal endógena de aminoácidos foi maior do que o da celulose purificada. Este aumento das perdas endógenas de aminoácidos em função da adição de fibra à dieta pode ser devido, dentre outros, ao aumento na descamação das células epiteliais, por causa de sua natureza física (SHAH et al., 1982), como também pela adsorção de peptídeos, aminoácidos e enzimas digestivas (SCHEEMAN, 1978). Por outro lado, SAUER et al. (1991) não encontraram

Tabela 6 – Estimativas das perdas endógenas de aminoácidos em função dos níveis de fibra em detergente neutro da dieta isenta de proteína, por meio do uso de modelos de regressão polinomial

Aminoácidos Essenciais	Equações de Regressão	R²
Arginina ¹	$\hat{Y} = 0,0805 + 0,0245X$	0,77
Histidina ¹	$\hat{Y} = 0,0221 + 0,0153X$	0,85
Isoleucina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,1463 + 0,0255X$	0,72
	$\hat{Y} = 0,2495 - 0,0312X + 0,0062X^2$	0,83
Leucina ¹	$\hat{Y} = 0,2028 + 0,0417X$	0,82
Lisina ¹	$\hat{Y} = 0,0575 + 0,0723X$	0,96
Metionina ¹	$\hat{Y} = 0,0343 + 0,0068X$	0,63
Fenilalanina ¹	$\hat{Y} = 0,0500 + 0,0393X$	0,90
Treonina ¹	$\hat{Y} = 0,2133 + 0,0293X$	0,72
Valina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,2246 + 0,0385X$	0,70
	$\hat{Y} = 0,4034 - 0,0597X + 0,0108X^2$	0,85
Não-Essenciais		
Alanina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,2185 + 0,0726X$	0,70
	$\hat{Y} = 0,5579 - 0,1138X + 0,0205X^2$	0,85
Ac. aspártico ¹	$\hat{Y} = 0,2493 + 0,0555X$	0,58
Ac. glutâmico ¹	$\hat{Y} = 0,2687 + 0,0659X$	0,78
Cistina ¹	$\hat{Y} = 0,0952 + 0,0106X$	0,57
Serina ¹	$\hat{Y} = 0,1210 + 0,0260X$	0,75
Tirosina ²	$\hat{Y} = 0,0784 + 0,0123X$	0,40

^{1/} Efeito linear (P<0,01).

^{2/} Efeito linear (P<0,05).

^{3/} Efeito quadrático (P<0,05).

diferenças, com exceção de dois aminoácidos, na digestibilidade ileal aparente de aminoácidos quando foi utilizado 10% de Alphafloc ou palha de cevada em uma dieta à base de amido de milho e farelo de soja. Posteriormente, LETERME et al. (1992), trabalhando com suínos anastomosados, com peso médio inicial de 64 kg, também não encontraram efeitos significativos dos níveis de fibra, adicionados à dieta isenta de proteína, sobre a perda endógena de aminoácidos, no entanto eles utilizaram quatro níveis de inclusão de celulose de madeira (30, 60, 90 e 120 g/kg) como fonte de fibra.

As divergências entre os resultados obtidos no presente trabalho e os da literatura consultada (SAUER et al., 1991; LETERME et al., 1992) podem ser atribuídas à composição da fibra utilizada (DE LANGE et al., 1989) nos diferentes trabalhos. A casca de arroz, utilizada como fonte de fibra no

Tabela 7 – Estimativas das perdas endógenas de aminoácidos em função dos níveis de fibra em detergente ácido da dieta isenta de proteína, por meio do uso de modelos de regressão polinomial

Aminoácidos Essenciais	Equações de Regressão	R²
Arginina ¹	$\hat{Y} = 0,0805 + 0,0295X$	0,77
Histidina ¹	$\hat{Y} = 0,0221 + 0,0185X$	0,85
Isoleucina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,1463 + 0,0308X$ $\hat{Y} = 0,2495 - 0,0378X + 0,0091X^2$	0,72 0,83
Leucina ¹	$\hat{Y} = 0,2028 + 0,0505X$	0,82
Lisina ¹	$\hat{Y} = 0,0575 + 0,0875X$	0,96
Metionina ¹	$\hat{Y} = 0,0343 + 0,0083X$	0,63
Fenilalanina ¹	$\hat{Y} = 0,0500 + 0,0475X$	0,90
Treonina ¹	$\hat{Y} = 0,2133 + 0,0354X$	0,72
Valina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,2246 + 0,0466X$ $\hat{Y} = 0,4034 - 0,0722X + 0,0158X^2$	0,70 0,85
Não-Essenciais		
Alanina ^{1,3}	$\hat{Y} = 0,2185 + 0,0878X$ $\hat{Y} = 0,5579 - 0,1378X + 0,0300X^2$	0,70 0,85
Ac. aspártico ¹	$\hat{Y} = 0,2493 + 0,0971X$	0,58
Ac. glutâmico ¹	$\hat{Y} = 0,2687 + 0,0798X$	0,78
Cistina ¹	$\hat{Y} = 0,0952 + 0,0129X$	0,57
Serina ¹	$\hat{Y} = 0,1210 + 0,0314X$	0,75
Tirosina ²	$\hat{Y} = 0,0784 + 0,0149X$	0,40

^{1/} Efeito linear (P<0,01)

^{2/} Efeito linear (P<0,05)

^{3/} Efeito quadrático (P<0,05)

presente trabalho, possuía, além de celulose, 4,77% de hemicelulose e 36,00% de lignina, e, por outro lado, o principal componente fibroso no Alphafloc, na palha de cevada e na celulose de madeira é a celulose. Segundo LETERME et al. (1992), a celulose possui baixa capacidade de adsorção, não podendo ser comparada com outros materiais fibrosos, como a fibra da alfafa e lignina. Além disto, MITARU et al. (1984) relataram que a fibra é capaz de adsorver aminoácidos e peptídeos, o que prejudica a absorção destes, sendo a intensidade da adsorção dependente do grau de lignificação. Segundo SHAH et al. (1982), esta capacidade de adsorção de aminoácidos pode ser devido às propriedades da lignina em formar ligações hidrofóbicas com aminoácidos.

Os resultados obtidos, em parte, se assemelham aos encontrados por SCHULZE et al. (1994), que observaram redução das perdas endógenas de nitrogênio à medida que o conteúdo de FDN da dieta foi reduzido. Os autores associaram a redução das perdas endógenas de nitrogênio à redução do FDN da dieta.

O aumento das secreções endógenas em função da inclusão de fibra à dieta isenta de proteína, observado neste estudo, pode ser também devido ao um aumento das secreções intestinais, uma vez que NYACHOTI et al. (1997), em sua revisão, relataram que as secreções do suco pancreático no muco aumentam com o incremento do consumo de vários tipos de fibra da dieta.

A fibra, portanto, pode ser responsável 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), reduzindo então a sua digestão e absorção, apesar de ainda não haver evidências claras na literatura de qual dos dois é mais importante (NYACHOTI et al., 1996). Desta forma, na determinação das perdas ileais endógenas de aminoácidos, ao utilizar uma dieta isenta de proteína, deve-se levar em consideração não só a quantidade de fibra adicionada, mas também o tipo de fibra a ser utilizada.

4. CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de fibra, provenientes da inclusão da casca de arroz à dieta isenta de proteína, resultou em aumento da perda endógena dos aminoácidos estudados, com exceção da glicina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE LANGE, C.F.M., SAUER, W.C., MOSENTHIN, R. et al. 1989. 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. *J. Anim. Sci.*, v.67, p.746-754.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA) – EMBRAPA-CNPISA.1991. *Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves*. 3. ed. Concórdia -SC, EMBRAPA-CNPISA, : 97p. (Documento 19).
- FAN, M.Z., SAUER, W.C., MCBURNEY, M.I. 1995. Estimation by regression analysis of endogenous amino acid levels in digesta collected from the distal ileum of pigs. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.2319-2328.
- GRALA, W., VERSTEGEN, M.W.A., JANSMAN, A.J.M., et al. 1998. Ileal apparent protein and amino acid digestibilities and endogenous nitrogen losses in pigs fed soybean and rapeseed products. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.557-568
- LETERME, P., PIRARD, L., THÉWIS, A. 1992. A note on the effect of wood cellulose level in protein-free diets on the recovery and amino acid composition of endogenous protein collected from the ileum in pigs. *Anim. Prod.*, v.54, p.163-165.
- LI, S., SAUER, W.C., HARDIN, R.T. 1994. Effect of dietary fibre level on amino acid digestibility in young pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, v.74, p.327-333.
- MARISCAL-LANDIN, G., SÈVE, B., COLLÉAUX, Y. et al. 1995. Endogenous amino nitrogen, collected from pigs with end-to-end ileorectal anastomosis is affected by the method of estimation and altered by dietary fiber. *J. Nut.*, v.125, p.136-146.
- MITARU, B.N., BLAIR, R., REICHERT, R.D. et al. 1984. Dark and yellow rapeseed hulls, soybean hulls and a purified fiber source: their effect on dry matter, energy, protein and amino acid digestibilities in cannulated pigs. *J. Anim. Sci.*, v.59, p.510-518.

- NEUTRA, M.R., FORSTNER, J.F. 1987. *Physiology of the gastrointestinal tract*. New York: Raven, p.975-1009.
- NYACHOTI, C.M., DE LANGE, C.F.M., McBRIDE, B.W. et al. 1997. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: A review, *Can. J. Anim. Sci.*, v.77, p.149-163.
- PÖHLAND, U., SOUFFRANT, W.C., SAUER, W.C., et al. 1993. Effect of feeding different diets on the exocrine pancreatic secretion of nitrogen, amino acids and enzymes in growing pigs. *J. Sci. Food Agric.*, v.62, p.229-237.
- POZZA, P.C. *Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 15 aos 30 kg*. Viçosa, MG: UFV, 1998, 61P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A. et al. 1983. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1. ed. 61p.
- SAUER, W.C., MOSENTHIN, R., AHERNS, F. et al. 1991. The effect of source of fibre on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.4070-4077.
- SERRANO, V.O.S. *Digestibilidade dos aminoácidos de suplementos protéicos em suínos, submetidos ou não a anastomose íleo-retal*. Viçosa, MG: UFV, 1989, 55P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- 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.
- SCHEEMAN, B.O. 1978. Effect of plant fibre on lipase, trypsin and chymotrypsin activity. *J. Food Sci.*, v.43, p.634-635.
- SCHEEMAN, B.O., RICHTER, D.B., JACOBS, L.R. 1982. Response to dietary wheat bran in the exocrine pancreas and intestine of rats. *J. Nutr.*, v.112, p.283-286.
- 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.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: UFV, 160p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1999. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas)*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 59p.

DIGESTIBILIDADE ILEAL DE AMINOÁCIDOS DE SUBPRODUTOS DE ABATEDOUROS PARA SUÍNOS

RESUMO – Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de determinar a digestibilidade ileal aparente e verdadeira de seis diferentes farinhas de carne e ossos e cinco diferentes farinhas de vísceras. No primeiro experimento, foram utilizados 12 suínos mestiços, machos castrados, com peso médio inicial de $52,54 \pm 5,08$ kg, e no segundo, experimento foram utilizados dez suínos, com as mesmas características, com peso médio inicial de $34,11 \pm 3,88$ kg. Os animais foram previamente submetidos à cirurgia para implantação de cânula “T” simples, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis e cinco tratamentos, no primeiro e segundo experimentos, respectivamente, quatro repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta isenta à base de açúcar, amido, óleo e casca de arroz, tendo como única fonte protéica as farinhas de carne e ossos e, ou, de vísceras. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, das diferentes farinhas de carne e ossos variaram de 54,87 a 74,80, 62,62 a 81,19 e 72,35 a 85,46%, respectivamente, e a variação entre os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira foram de 57,00 a 76,08, 66,26 a 83,07 e 73,76 a 86,39%, respectivamente. Para as farinhas de vísceras obteve-se uma variação de 63,40 a 74,01, 63,17 a 79,13 e 72,60 a 81,11% entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira apresentaram uma variação de 64,38 a 74,88, 64,31 a 80,60 e 73,07 a 81,64%, respectivamente.

Palavras-chave: Aminoácidos, digestibilidade ileal, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras, suínos.

AMINO ACID ILEAL DIGESTIBILITY IN ABATTOIR BY-PRODUCTS FOR SWINE

ABSTRACT – Two experiments were carried out with the objective of determine the apparent and true ileal digestibility of amino acids from six different meat and bone meal and five different poultry by-product. In the first experiment were used 12 crossbred swines, castrated males, averaging 52.54 ± 5.08 kg initial weight, and in the second experiment were used ten swines averaging 31.11 ± 3.88 kg, with the same characteristics of the first experiment. The animals were previous submitted to the simple T canula surgery implantation, allotted to a randomized blocks design, with six and five treatments, in the first and second experiment, respectively, four replicates and one animal per experimental unit. The treatments consisted in a diet based in sugar, starch, vegetable oil and rice peel, with the meat and bone meal or poultry by-product as the only protein source, in each experiment. The apparent ileal digestibility coefficients of lysine, threonine and methionine, of the different meat and bone meals, had a variation of 54.87 to 74.80, 62.62 to 81.19 and 72.35 to 85.46%, respectively, and the variation among the true ileal digestibility coefficients were 63.40 to 74.01, 63.17 to 79.13 and 72.60 to 81.11%, respectively. For the poultry by-product were obtained a variation of 63.40 to 74.01, 63.17 to 79.13 and 72.60 to 81.11% between the apparent ileal digestibility coefficients of lysine, threonine and methionine, and the true ileal digestibility coefficients showed a variation of 64.38 to 74.88, 64.31 to 80.60 and 73.07 to 81.64%, respectively.

Key Words: Amino acids, ileal digestibility, meat and bone meal, poultry by-product, swine.

1. INTRODUÇÃO

Para que haja maior precisão na formulação de dietas para suínos, é necessário que se conheçam adequadamente as exigências para cada fase de criação, assim como o valor nutricional dos ingredientes utilizados, uma vez que a maior precisão na formulação e no balanceamento das rações pode reduzir os gastos com alimentação, melhorando a sua eficiência e resultando em um produto final de menor custo e melhor qualidade (ALBINO e SILVA, 1996).

Dentre os ingredientes disponíveis para utilização em dietas de suínos encontram-se os subprodutos de abatedouros, pois, segundo VIEITES (2000), atualmente milhões de toneladas de subprodutos animais são produzidos pelas indústrias, e se eles não forem reciclados em rações animais passam a ser considerados resíduos industriais, o que causaria enorme perda econômica para os setores industriais de processamento de subprodutos, além de sérios danos ao meio ambiente.

Entre os subprodutos de abatedouros encontram-se a farinha de carne e ossos e a farinha de vísceras de aves, que possuem elevado conteúdo protéico, entretanto os valores obtidos na literatura mostram uma grande variabilidade no conteúdo protéico e na composição aminoacídica destes subprodutos. Segundo KNABE et al. (1989), esta variabilidade pode ser resultado de diferenças entre os materiais que compõem as farinhas, do método de processamento utilizado, ou ainda da combinação entre os dois.

Por causa dessa grande variabilidade, torna-se necessário o conhecimento adequado do conteúdo de aminoácidos destes ingredientes. Entretanto, LAPLACE et al. (1986) afirmaram ser necessário conhecer a quantidade de aminoácidos presentes nos alimentos, como também a quantidade biologicamente disponível a ser usada pelos suínos. Portanto, que o valor mais adequado de digestibilidade de aminoácidos dos alimentos parece ser o obtido pela análise de amostras coletadas no íleo terminal, em virtude da eliminação dos efeitos da flora microbiana do intestino grosso. Assim sendo, os valores de digestibilidade obtidos por meio de amostras coletadas no final do íleo fornecem índices de digestibilidade ileal aparente. Além disto, pode-se ainda levar em consideração a contribuição de aminoácidos endógenos, o que proporcionaria valores de digestibilidade ileal verdadeira e, conseqüentemente, maior aproximação dos aminoácidos utilizados pelos suínos. SAUER e OZIMEK (1986) relataram que quando suplementos protéicos, como farinha de carne e ossos, são utilizados nas formulações de rações, a utilização dos valores de aminoácidos digestíveis proporciona maior precisão na formulação.

Objetivou-se, com este trabalho, determinar os valores de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros de diferentes partidas de farinhas de carne e ossos e de farinhas de vísceras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, um de digestibilidade de aminoácidos de farinhas de carne e ossos e outro de farinhas de vísceras.

2.1. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de diferentes farinhas de carne e ossos

Foram utilizados 12 suínos mestiços (Landrace x Large White), machos e castrados. Os animais foram submetidos à cirurgia para implantação de cânula “T” simples. Após a cirurgia, os animais passaram por um período de 20 dias de recuperação. Durante este período, os animais foram alojados em baias de creche, metálicas, suspensas, com pisos plásticos, laterais teladas, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto, teto de madeira e com janelas basculantes nas laterais.

Após o período de recuperação, os animais com peso médio inicial de $52,54 \pm 5,08$ kg foram submetidos aos tratamentos, tendo eles permanecido durante todo o período experimental nas mesmas baias onde estavam alojados durante o período de recuperação.

No interior das instalações, foi utilizado um termômetro de mínima e máxima, à altura dos animais, para que fossem realizadas, duas vezes ao dia, as mensurações das temperaturas mínima e máxima durante o período experimental.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Ao término das duas primeiras repetições, os tratamentos foram redistribuídos, em cada bloco, para evitar que o mesmo animal recebesse a mesma dieta em duas repetições consecutivas.

Os tratamentos constaram de seis rações isoprotéicas (Tabela 1), formuladas à base de amido de milho, açúcar, casca de arroz, minerais, vitaminas e seis diferentes partidas de farinhas de carne e ossos (FCO1, FCO2, FCO3, FCO4, FCO5 e FCO 6). A casca de arroz foi utilizada para que os tratamentos apresentassem 2,00% de fibra bruta. Na formulação das rações foram utilizados os valores de composição química e energia digestível das diferentes farinhas de carne e ossos obtidas no primeiro trabalho.

A casca de arroz, utilizada como fonte de fibra, foi separada dos grãos de arroz quebrados, dos remanescentes ainda dentro da casca e das impurezas contidas na palha, por meio de ventilador.

As rações experimentais continham 0,5% de óxido crômico (Cr_2O_3), utilizado como indicador na determinação da digestibilidade.

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no tamanho metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Para evitar perdas e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas na proporção de 1:0,75 (peso/volume), fornecidas duas vezes ao dia (7 e 19 horas).

Foi adotado um período de cinco dias de adaptação aos tratamentos e um dia de coleta, devendo ser ressaltado que as coletas tiveram início às 7 horas e término às 7 horas do dia seguinte, realizadas em intervalos de três horas.

As amostras de digesta foram coletadas em sacos de polietileno, presos à cânula, e posteriormente colocadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador (-5°C), até o final do período de coleta. Ao final desse período, as amostras compostas por animal foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e liofilizadas.

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos					
	FCO1	FCO2	FCO3	FCO4	FCO5	FCO6
Farinha de carne e ossos ^{1,2/}	34,27	32,17	30,29	28,55	28,38	21,92
Casca de arroz ^{1/}	4,14	4,81	4,76	4,81	4,88	4,55
Açúcar ^{3/}	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Amido ^{3/}	49,48	50,91	52,84	54,53	54,63	61,42
Óleo ^{3/}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplemento mineral ^{4/}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ^{5/}	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antibiótico ^{6/}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante ^{7/}	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óxido Crômico	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição Calculada						
Matéria seca (%)	89,39	90,28	89,85	89,80	89,20	88,93
Proteína bruta (%)	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
Energia digestível (kcal/kg)	2.915	2.990	3.036	3.098	3.155	3.407
Fibra bruta (%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cálcio (%)	5,31	5,12	4,65	4,29	4,14	1,985
Fósforo (%)	2,809	2,84	2,59	2,27	2,06	1,24

^{1/} Valores de composição química analisados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, de acordo com a metodologia descrita por SILVA (1990).

^{2/} Valores de energia digestível determinados no primeiro trabalho.

^{3/} Valores de composição química obtidos das tabelas brasileiras de Composição de Alimentos e Exigências de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 1983).

^{4/} Conteúdo/kg: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g; e veículo q.s.p. 500 g.

^{5/} Conteúdo/kg: vit. A, 10.000.000 U.I.; vit D₃, 1.500.000 U.I.; vit. E, 30.000 U.I.; vit B₁ - 2,0 g; vit B₂ - 5,0 g; vit. B₆ - 3,0 g; vit B₁₂ - 30.000 mcg; ácido nicotínico 30.000 mcg; ácido pantotênico, 12.000 mcg; Vit. K₃, 2.000 mg; ácido fólico, 800 mg; biotina, 100 mg; selênio 300 mg; e veículo q.s.p - 1.000g.

^{6/} Bacitracina de zinco.

^{7/} BHT.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta e crômio das digestas e rações experimentais, de acordo com as técnicas descritas por SILVA (1990).

A composição em aminoácidos das digestas e dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e na Ajinomoto Biolatina Ind. e Com. Ltda., por meio de cromatografia de troca iônica.

Na determinação dos valores de digestibilidade ileal verdadeira, foram utilizados os valores de perdas endógenas dos aminoácidos obtidos no trabalho anterior, a 2% de fibra bruta.

A determinação da digestibilidade ileal dos aminoácidos foi calculada com base nos níveis de crômio (Cr), nas rações e fezes dos suínos, por meio do cálculo do fator de indigestibilidade, e para determinar os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira dos aminoácidos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

- Fator de indigestibilidade (FI_1):

$$FI_1 = \frac{Cr_2 O_3 \text{ dieta}}{Cr_2 O_3 \text{ fezes}}$$

- Coeficiente de digestibilidade aparente de aminoácidos (CD_{apAA}):

(fórmula descrita por ROSTAGNO e FEATHERSON, 1977)

$$CD_{apAA} = \frac{mg \text{ AA / g dieta} - mg \text{ AA / g } E_1 \times FI_1}{mg \text{ AA / g dieta}} \times 100$$

em que

E_1 = fezes da dieta-teste.

- Coeficiente de digestibilidade verdadeira de aminoácido (CD_{vAA}):

(fórmula descrita por ROSTAGNO e FEATHERSON, 1977)

$$CD_{vAA} = \frac{mg \text{ AA / g dieta} - (mg \text{ AA / g } E_1 \times FI_1 - mg \text{ AA / g } E_2 \times FI_2)}{mg \text{ AA / g dieta}} \times 100$$

em que

E_2 = fezes da dieta isenta de proteína; e

FI_2 = fator de indigestibilidade da dieta isenta de proteína.

O modelo estatístico utilizado para as análises dos coeficientes de digestibilidades ileais aparentes e verdadeiros foi

$$Y_{ij} = m + T_i + B_j + E_{ij}$$

em que

Y_{ij} = valor observado na parcela relativa ao tratamento i , na repetição no bloco j ;

m = média geral da característica;

T_i = efeito do tratamento j ;

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3, \text{ e } 4$; e

E_{ij} = erro aleatório experimental.

Como procedimento estatístico, utilizou-se o teste de comparação de médias Student Newman-Keuls, em nível de 5% de probabilidade, entre os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira dos aminoácidos, por intermédio do programa SAEG, desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (1999).

2.2. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos diferentes farinhas de vísceras

Na determinação da digestibilidade ileal aparente verdadeira das cinco diferentes partidas de farinhas de vísceras (FV1, FV2, FV3, FV4 e FV5) foram utilizados dez suínos, submetidos à cirurgia de implantação de cânula "T" simples, mestiços (Landrace x Largewhite), machos castrados, com peso médio inicial de $34,11 \pm 3,88$ kg.

No interior das instalações foi utilizado um termômetro de mínima e máxima, à altura dos animais, para que fossem realizadas, duas vezes ao dia, as mensurações das temperaturas mínima e máxima durante o período experimental.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (cinco diferentes partidas de farinhas de vísceras) e quatro

repetições, tendo os animais sido redistribuídos nos tratamentos, para evitar que recebessem o mesmo tratamento por duas vezes consecutivas. As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas à base de amido de milho, açúcar, minerais, vitaminas e casca de arroz. As diferentes farinhas de vísceras foram incluídas como única fonte protéica nos tratamentos, até que fosse atingido 13% de proteína bruta, e a casca de arroz foi incluída até que 2% de fibra bruta. O óxido crômico (Cr_2O_3) foi utilizado nas rações como indicador.

Na formulação das rações experimentais, foram utilizados os valores de composição química e energia digestível das diferentes farinhas de vísceras, obtidos no primeiro trabalho.

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no tamanho metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Para evitar perdas e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas na proporção de 1:0,75 (peso/volume). As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, em um intervalo de 12 horas (7 e 19 horas).

As metodologias de coleta, armazenagem e processamento e as análises das digestas e rações foram iguais às utilizadas para as farinhas de carne e ossos.

A determinação da digestibilidade ileal dos aminoácidos foi calculada com base nos níveis de crômio (Cr), nas rações e nas digestas dos suínos, por meio do cálculo do fator de indigestibilidade, segundo as fórmulas descritas por ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977), tendo na determinação dos valores de digestibilidade ileal verdadeira sido utilizados os valores de perdas endógenas de aminoácidos obtidos no trabalho anterior, a 2% de fibra bruta.

O modelo estatístico e a metodologia utilizada na análise dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro dos aminoácidos foram os mesmos descritos anteriormente para a farinha de carne e ossos.

Tabela 2 - Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos				
	FV 1	FV 2	FV 3	FV 4	FV 5
Farinha de vísceras ^{1,2/}	24,00	22,14	20,87	20,25	20,25
Casca de arroz ^{1/}	4,17	4,27	4,56	4,57	4,52
Açúcar ^{3/}	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Amido ^{3/}	59,72	61,48	62,46	63,07	63,12
Óleo ^{3/}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Suplemento mineral ^{4/}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ^{5/}	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antibiótico ^{6/}	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante ^{7/}	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óxido Crômico	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição Calculada:					
Matéria seca (%)	89,06	89,16	89,63	88,58	89,18
Proteína bruta (%)	13,00	13,00	13,02	13,01	13,00
Energia digestível (kcal/kg)	3.683	3.498	3.697	3.755	3.604
Fibra bruta (%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cálcio (%)	0,76	0,75	0,76	0,71	0,77
Fósforo total (%)	0,55	0,50	0,65	0,68	0,69

^{1/} Valores de composição química analisados no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, de acordo com a metodologia descrita por SILVA (1990).

^{2/} Valores de energia digestível determinados no primeiro trabalho.

^{3/} Valores de composição química obtidos das tabelas brasileiras de Composição de Alimentos e Exigências de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 1991).

^{4/} Conteúdo/kg: ferro, 100 g; cobre, 10 g; cobalto, 1 g; manganês, 40 g; zinco, 100 g; iodo, 1,5 g; e veículo q.s.p. 500 g.

^{5/} Conteúdo/kg: vit. A, 10.000.000 U.I.; vit D₃, 1.500.000 U.I.; vit. E, 30.000 U.I.; vit B₁ - 2,0 g; vit B₂ - 5,0 g; vit. B₆ - 3,0 g; vit B₁₂ - 30.000 mcg; ácido nicotínico 30.000 mcg; ácido pantotênico, 12.000 mcg; vit. K₃, 2.000 mg; ácido fólico, 800 mg; biotina, 100 mg; selênio, 300 mg; e veículo q.s.p. - 1.000 g.

^{6/} Bacitracina de zinco.

^{7/} BHT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira de aminoácidos de diferentes farinhas de carne e ossos

A composição em aminoácidos totais das diferentes partidas das farinhas de carne e ossos está apresentada no Tabela 3. Pode-se observar uma alta variabilidade do conteúdo protéico e, conseqüentemente, de aminoácidos totais das farinhas de carne e ossos, tendo a proteína bruta apresentado valores entre 33,53 e 52,43% e a lisina entre 1,42 e 2,36%, observando-se também aumento no conteúdo dos demais aminoácidos em função dos maiores níveis de proteína bruta das diferentes farinhas de carne e ossos. Esta variação pode ser observada também nos valores propostos por ROSTAGNO et al. (2000), que relataram que o conteúdo de lisina total variou de 1,74 a 3,10%, à medida que o teor de proteína bruta variou de 35,96 a 61,23%, respectivamente. A mesma relação é apresentada por MAARA (1996), que obteve a lisina total variando de 2,10 a 2,19%, relativo a 40 e 50% de proteína bruta.

A variabilidade observada no conteúdo protéico e aminoacídico pode ser devido a diferenças na matéria-prima utilizada. Segundo BERK e SCHULZ (1995) ao comparar o conteúdo protéico e aminoacídico de diferentes farinhas de carne e ossos, deve-se levar em consideração a composição do alimento, em relação à matéria-prima utilizada. SEERLEY

Tabela 3 – Composição em aminoácidos totais e proteína bruta(PB) das farinhas de carne e ossos, em porcentagem da matéria natural¹

	Farinhas de Carne e Ossos					
	1	2	3	4	5	6
PB	33,53	35,72	37,94	40,26	40,50	52,43
Lisina	1,419	1,675	1,677	1,990	2,008	2,362
Metionina	0,403	0,507	0,463	0,481	0,554	0,612
Treonina	0,815	0,992	0,978	1,095	1,230	1,574
Arginina	2,519	2,836	2,818	3,204	3,110	3,722
Histidina	0,396	0,574	0,463	0,547	0,635	0,897
Valina	1,106	1,342	1,301	1,441	1,617	1,906
Isoleucina	0,681	0,784	0,793	0,988	0,943	1,241
Leucina	1,481	1,738	1,718	2,006	2,109	2,763
Fenilalanina	0,907	1,036	1,039	1,102	1,249	1,564
Cistina	0,146	0,198	0,200	0,167	0,225	0,380
Alanina	2,789	3,107	3,046	3,265	3,344	3,866
Ácido Aspártico	2,106	2,425	2,438	2,702	2,828	3,506
Ácido Glutâmico	3,538	4,003	4,101	4,162	4,565	6,038
Glicina	6,056	6,322	6,490	7,072	6,500	7,393
Serina	1,193	1,288	1,394	1,425	1,579	1,892
Tirosina	0,369	0,453	0,474	0,467	0,613	0,792

^{1/} Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (DZO -UFV) e na Ajinomoto Ind. e Com. Ltda.

(1991) relatou que a qualidade da farinha de carne e ossos é dependente, dentre outros fatores, da quantidade de ossos e de tecido tendinoso. A variação entre o conteúdo de proteína bruta e aminoácidos está inversamente relacionada com o conteúdo de matéria mineral da farinha de carne e ossos (JOHNSON et al., 1998), segundo PARSONS et al. (1997), o conteúdo de cinzas da farinha de carne e ossos é um bom indicador da qualidade protéica, devido ao seu reflexo sobre o conteúdo de ossos e colágeno.

A farinha de carne e ossos 6 apresentou perfil aminoacídico superior ao das demais, tendo seus valores de lisina, metionina e treonina total sido semelhantes aos apresentados por RHÔNE-POULENC (1993), para farinha de carne e ossos com 50,00% de proteína bruta, apresentando 2,42, 0,58 e 1,61% para a lisina, metionina e treonina, respectivamente. No entanto, ROSTAGNO et al. (2000) apresentaram valores superiores de lisina e metionina, 2,57 e 0,70%, respectivamente, e semelhante para a treonina (1,55%), para a farinha de carne e ossos com 50,00%. Comparações semelhantes foram feitas para os valores apresentados por AFZ et al.

(2000), para farinha de carne e ossos com 51,10% de proteína bruta, que apresentaram valores superiores para a lisina e metionina (2,51 e 0,68%) e semelhante para a treonina (1,56%).

A grande variação entre o conteúdo aminoacídico de diferentes amostras de farinha de carne e ossos foi também observada por KNABE et al. (1989), que determinaram a digestibilidade ileal aparente de aminoácidos, para suínos, de 12 diferentes alimentos. Os autores observaram que a variação do conteúdo de nitrogênio e aminoácidos totais, entre as amostras do mesmo alimento, foi maior para a farinha de carne e ossos, sendo a maior diferença observada para o triptofano (30%), e atribuíram a grande variação no conteúdo de nutrientes às diferenças entre as proporções de ossos, tecidos moles, sangue e pêlos na matéria-prima utilizada.

As farinhas de carne e ossos 4 e 5, avaliadas neste estudo, apresentaram valores de lisina, metionina e treonina semelhantes aos propostos por ROSTAGNO et al. (2000), para a farinha de carne e ossos com 40,00% de proteína bruta, assim como as farinhas de carne e ossos 2 e 3 apresentaram conteúdo de lisina, metionina e treonina próximo aos propostos por esses autores, para farinha de carne e ossos com 36,00% de proteína bruta.

As temperaturas máxima e mínima do interior das instalações, durante a condução do ensaio de digestibilidade, foram de $25,69 \pm 1,18$ e $21,08 \pm 1,32$ °C, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos das diferentes partidas de farinhas de carne e ossos estão apresentados na Tabela 4. Os maiores coeficientes foram obtidos para a farinha de carne e ossos 6, que apresentou maior conteúdo de proteína bruta (52,43%) e aminoácidos totais. Além disso, as farinhas de carne e ossos 1 e 2, com 33,53 e 35,72% de proteína bruta, apresentaram menores coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, de 54,87 e 56,69%, respectivamente. Valor semelhante foi encontrado por SERRANO (1989), que avaliando a digestibilidade ileal aparente de alimentos, utilizando suínos machos castrados anastomosados, com peso médio inicial de 31,34 kg, obteve coeficiente de digestibilidade ileal aparente da lisina de 57,16%, para farinha de carne e ossos com 35,74% de proteína bruta. Segundo BRUGALLI

Tabela 4 – Coeficientes de digestibilidade ileal aparente¹ dos aminoácidos das diferentes farinhas de carne e ossos

	Farinhas de Carne e Ossos						CV (%)
	1	2	3	4	5	6	
PB	63,42 ^b	63,93 ^b	70,86 ^b	78,24 ^a	67,66 ^b	83,74 ^a	5,65
Lisina	54,87 ^b	56,69 ^b	62,35 ^{ab}	73,21 ^a	66,09 ^{ab}	74,80 ^a	10,25
Metionina	72,35 ^d	78,51 ^{bc}	75,12 ^{cd}	80,53 ^b	78,75 ^{bc}	85,46 ^a	3,20
Treonina	62,62 ^c	64,84 ^c	68,09 ^{bc}	76,75 ^a	70,94 ^b	81,19 ^a	4,35
Arginina	71,31 ^c	77,30 ^{bc}	76,03 ^{bc}	87,15 ^a	80,20 ^b	88,29 ^a	4,13
Histidina	63,96 ^d	72,02 ^c	72,92 ^c	78,74 ^b	73,85 ^c	87,49 ^a	3,91
Valina	64,05 ^d	66,15 ^{cd}	70,99 ^c	77,01 ^b	70,83 ^c	82,35 ^a	4,62
Isoleucina	65,75 ^c	65,69 ^c	69,00 ^{bc}	78,91 ^a	71,42 ^b	81,79 ^a	3,93
Leucina	69,04 ^c	72,05 ^c	72,02 ^c	80,49 ^a	76,38 ^b	83,57 ^a	3,21
Fenilalanina	67,63 ^d	70,60 ^{cd}	71,92 ^{cd}	79,82 ^b	74,81 ^c	84,72 ^a	3,69
Cistina	44,29 ^a	46,35 ^a	49,48 ^a	49,26 ^a	47,86 ^a	47,96 ^a	11,12
Alanina	63,16 ^d	71,43 ^c	74,45 ^c	82,82 ^b	74,11 ^c	88,31 ^a	3,70
Ácido Aspártico	61,04 ^c	61,84 ^c	68,59 ^b	76,87 ^a	65,54 ^{bc}	81,73 ^a	4,87
Ácido Glutâmico	66,50 ^d	68,64 ^{cd}	71,55 ^c	77,29 ^b	73,19 ^{bc}	85,22 ^a	3,72
Glicina	68,85 ^c	77,06 ^b	76,88 ^b	87,65 ^a	77,95 ^b	92,07 ^a	4,40
Serina	68,28 ^c	71,47 ^c	71,01 ^c	79,44 ^a	75,66 ^b	81,80 ^a	3,18
Tirosina	63,97 ^c	62,19 ^c	68,58 ^c	72,89 ^b	71,98 ^b	78,79 ^a	5,44
Média ²	64,23	67,68	69,94	77,43	71,85	81,60	

¹ Valores na mesma linha, com letras diferentes, são diferentes (P<0,05) segundo o teste de Student Newman-Keuls (SNK).

² Média dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos.

(1996) a redução da digestibilidade da farinha de carne e ossos pode ser devido à alta concentração de minerais nesse alimento. De acordo com NELSON et al. (1981), a digestibilidade dos aminoácidos é afetada pelo excesso de cátions na dieta.

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos, apresentados na Tabela 4, não se assemelham aos coeficientes propostos por RHÔNE -POULENC (1993), entretanto a literatura refere-se a coeficientes médios, não fazendo distinção quanto ao conteúdo de proteína bruta da farinha de carne e ossos.

O coeficiente de digestibilidade ileal aparente da lisina, observado para a farinha de carne e ossos 6, com 52,43% de proteína bruta, assemelha-se aos coeficientes de 74,9 e 74,0% propostos por ITCF e EUROLISINE (1998) e NRC (1998), para farinhas de carne e ossos com 50,70 e 51,50% de proteína bruta, respectivamente. Por outro lado, os coeficientes de digestibilidade ileal aparentes, obtidos para a metionina e treonina, foram superiores aos coeficientes de 78,7% para a metionina e 72,3% para a

treonina, apresentados pelo ITCF e EUROLISINE (1995), da mesma forma que os valores obtidos foram superiores aos valores de 79,00 e 70,00%, apresentados pelo NRC (1998), para a metionina e treonina, respectivamente, para o mesmo grupo protéico de farinhas de carne e ossos.

KNABE et al. (1989), avaliando a digestibilidade ileal aparente do nitrogênio e aminoácidos essenciais em suínos, utilizando nove diferentes partidas de farinha de carne e ossos, observaram variação de 57,00 a 75,00% no coeficiente de digestibilidade ileal aparente do nitrogênio e variação de 73,00 a 86,00% e 35,00 a 65,00% nos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da arginina e triptofano, respectivamente.

As diferenças entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos da farinha de carne e ossos podem ser devido à variação da matéria-prima utilizada, pois, segundo BRASIL (1951), com freqüência encontram-se, na composição da farinha de carne e ossos, materiais como couro, pêlos e outros. No entanto, BATTERHAM et al. (1986) afirmaram que a baixa qualidade protéica da farinha de carne e ossos pode ser devido à presença de colágeno, ossos e tecidos diferenciados, pois algumas proteínas, em estado natural, são apenas parcialmente digestíveis, devido à presença de ligações covalentes entre cadeias polipeptídicas, como é o caso do colágeno, da elastina e da queratina. Segundo CHEFTEL et al. (1989), no caso do colágeno, a natureza das ligações covalentes é variável, e os resíduos de desmosina presentes nesta proteína proporciona a ligação de quatro moléculas de lisina, devendo ser ressaltado que já foram identificadas ligações covalentes isopeptídicas do tipo ϵ -N-(γ -glutamil)-lisil e ϵ -N-(β -aspartil)-lisil. Além disto, RHÔNE-POULENC (1993) descreveu também que a farinha de carne e ossos e a farinha de penas apresentaram as maiores variabilidades dos coeficientes de digestibilidade de aminoácidos.

Dentre os aminoácidos essenciais, a arginina apresentou alto coeficiente de digestibilidade ileal aparente de aminoácidos, em todas as farinhas de carne e ossos estudadas, sendo o mesmo observado por KNABE et al. (1989) e SERRANO et al. (1989). Pode-se notar ainda que a cistina foi o aminoácido que apresentou os menores coeficientes de digestibilidade ileal aparente, entre as seis diferentes partidas de farinhas de

carne e ossos, sendo inferiores ao coeficiente de 55% apresentado pelo NRC (1998) e superior ao valor de 10,5% observado por JORGENSEN et al. (1984).

Os coeficientes médios de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, das diferentes farinhas de carne e ossos estudadas, estão apresentados na Tabela 5. Pode-se observar grande variação entre os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, assim como os valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade ileal aparente.

A média das diferenças entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparentes (Tabela 4) e verdadeiros (Tabela 5), referentes à seis diferentes partidas de farinha de carne e ossos, observados para a lisina, metionina e treonina foram de 2,69, 1,49 e 4,05%, sendo inferiores à apresentadas por RHÔNE-POULENC (1993), que foram de 5,06, 4,93 e 9,21%, respectivamente, embora tenha apresentado um perfil aminoacídico semelhante. Por outro lado, as diferenças observadas para a lisina e treonina foram superiores às diferenças médias observadas por SERRANO (1989), para duas farinhas de carne e ossos estudadas, que foram de 1,59 e 2,01%, respectivamente. Entretanto, a diferença obtida para metionina, no presente estudo, mostrou-se inferior à diferença de 3,07% obtida pelos autores. Essas divergências entre as diferenças dos coeficientes de digestibilidade ileal aparentes e verdadeiros dos aminoácidos estão relacionadas, segundo CAINE (1997), a vários diferentes fatores que podem influenciar a perda endógena.

Os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira observados para a lisina, no caso das farinhas de carne e ossos 1 e 2, foram semelhantes ao apresentado por SERRANO (1989), que obteve digestibilidade ileal verdadeira de 58,25%, ao estudar uma farinha de carne e ossos com 35,74% de proteína bruta. O autor, avaliando outra amostra de farinha de carne e ossos, com 46,98% de proteína, obteve coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da lisina de 66,81%, que se mostrou próximo ao obtido no presente estudo para a farinha de carne e ossos 5, porém com 40,50% de proteína bruta. O NRC (1998) propõe, para farinha de carne e ossos com 51,50% de proteína bruta, o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira de 80,00% para a lisina, que supera o valor obtido para a farinha de carne e ossos 6, com 52,43% de proteína bruta.

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira¹ dos aminoácidos das diferentes farinhas de carne e ossos

	Farinhas de Carne e Ossos						CV (%)
	1	2	3	4	5	6	
PB	65,06 ^b	65,47 ^b	72,32 ^b	79,62 ^a	69,06 ^b	84,81 ^a	5,54
Lisina	57,00 ^b	58,49 ^b	64,17 ^{ab}	74,74 ^a	67,64 ^{ab}	76,08 ^a	9,99
Metionina	73,76 ^d	79,63 ^{bc}	76,36 ^{cd}	81,72 ^b	79,81 ^{bc}	86,39 ^a	3,15
Treonina	66,26 ^c	67,83 ^{bc}	71,15 ^{bc}	79,48 ^a	73,43 ^b	83,07 ^a	4,19
Arginina	71,89 ^c	77,82 ^{bc}	76,55 ^{bc}	87,61 ^a	80,69 ^b	88,68 ^a	4,11
Histidina	65,53 ^d	73,10 ^c	74,27 ^c	79,89 ^b	74,86 ^c	88,18 ^a	3,86
Valina	66,77 ^b	68,40 ^b	73,32 ^b	79,12 ^a	72,75 ^b	83,93 ^a	4,48
Isoleucina	68,55 ^b	68,12 ^b	71,43 ^b	80,85 ^a	73,50 ^b	83,32 ^a	3,81
Leucina	71,04 ^c	73,75 ^c	73,76 ^c	81,98 ^a	77,83 ^b	84,64 ^a	3,14
Fenilalanina	69,52 ^d	72,26 ^{cd}	73,59 ^{cd}	81,39 ^b	76,23 ^c	85,82 ^a	3,62
Cistina	52,74 ^a	52,59 ^a	55,70 ^a	56,71 ^a	53,52 ^a	51,20 ^a	9,83
Alanina	64,61 ^d	72,74 ^c	75,79 ^c	84,08 ^b	75,36 ^c	89,35 ^a	3,64
Ácido aspártico	62,96 ^c	63,51 ^c	70,26 ^b	78,38 ^a	67,02 ^{bc}	82,88 ^a	4,76
Ácido glutâmico	67,73 ^d	69,73 ^{cd}	72,62 ^{cd}	78,35 ^b	74,17 ^c	85,94 ^a	3,67
Glicina	69,63 ^c	77,81 ^b	77,61 ^b	88,32 ^a	78,70 ^b	92,70 ^a	4,36
Serina	69,78 ^c	72,86 ^c	72,31 ^c	80,70 ^a	76,83 ^b	82,74 ^a	3,13
Tirosina	66,73 ^c	64,43 ^c	70,75 ^{bc}	75,09 ^{ab}	73,70 ^{ab}	80,07 ^a	5,29
Média ²	66,53	69,57	71,85	79,28	73,50	82,81	

¹ Valores na mesma linha, com letras diferentes, são diferentes (P<0,05) segundo o teste de Student Newman-Keuls (SNK).

² Média dos coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos.

Observa-se nas Tabelas 4 e 5 que houve, em média, diferença entre os coeficientes de digestibilidade em relação à farinhas de carne e ossos 4 e 5, que, no entanto, apresentaram valores semelhantes de proteína bruta (40,26 e 40,50%, respectivamente). Estes dados vão de encontro aos apresentados por AFZ et al. (2000), que classificam as farinhas de carne e ossos em normal e de baixa digestibilidade, apresentando digestibilidade ileal estandarizada para a lisina de 84,00 e 72,00% respectivamente, sendo a baixa digestibilidade atribuída à farinha de carne e ossos com maior conteúdo protéico (54,7%) em relação à normal (51,10%), o que evidencia que a composição da matéria-prima das farinhas de carne e ossos não é o único fator que pode influenciar os resultados de digestibilidade ileal de aminoácidos para suínos.

KNABE et al. (1989) relataram que, além da matéria-prima utilizada, o processamento térmico e, ou, a combinação entre estes dois fatores são os grandes responsáveis pelas diferenças entre os coeficientes de digestibilidade ileal de diferentes farinhas de carne e ossos.

Dessa forma, as diferenças entre os valores de digestibilidade ileal de aminoácidos para suínos, de diferentes partidas de farinhas de carne e ossos, podem ser devidas também ao processamento térmico ao qual foram submetidas. KNABE et al. (1989) observaram menores coeficientes de digestibilidade ileal aparente para as farinhas de carne e ossos que foram submetidas a maiores temperaturas durante o processamento. BJARNASON e CARPENTER (1970) constataram também que o grupo carboxílico livre do ácido aspártico e ácido glutâmico da proteína pode ligar-se ao grupo amino-livre (NH_2 -terminal) da mesma proteína ou de outra proteína, havendo eliminação de amônia, e essa interação pode ser acelerada pelo calor, alterando a digestão das proteínas, semelhante ao que acontece com a reação de Maillard.

A farinha de carne e ossos, como já mencionado, é uma fonte protéica submetida ao tratamento térmico durante o processamento, e os aminoácidos como a lisina, metionina, cistina e triptofano podem reagir com compostos redutores presentes na farinha de carne e ossos, durante o processamento. No caso da lisina, os derivados deoxiketosil (compostos de Amadori) formados podem se reverter à lisina durante a hidrólise ácida submetida na análise de aminoácidos, o que pode superestimar a lisina presente na farinha de carne e ossos e ainda prejudicar a determinação do coeficiente de digestibilidade (DONKOH et al., 1994), o que em parte pode explicar os baixos coeficientes de digestibilidade obtidos para a lisina em relação à maioria dos aminoácidos avaliados. Além disto, pode ainda ocorrer a formação de lisinoalanina, causada pelo tratamento térmico, o que reduz o valor nutricional e biológico das proteínas (PIVA et al., 2001).

Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentados os valores de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros.

O conteúdo de aminoácidos digestíveis, aparentes e verdadeiros, em média, apresentou uma relação diretamente proporcional ao conteúdo de proteína bruta das farinhas de carne e ossos. Esta relação foi apresentada também por SERRANO (1989) e ROSTAGNO et al. (2000), para farinhas de carne e ossos com diferentes conteúdos protéicos.

Tabela 6 – Composição em aminoácidos digestíveis aparentes, em porcentagem da matéria natural

Aminoácidos (%)	Farinhas de Carne e Ossos					
	1	2	3	4	5	6
Lisina	0,78	0,95	1,05	1,46	1,33	1,77
Metionina	0,29	0,40	0,35	0,39	0,44	0,52
Treonina	0,51	0,64	0,67	0,84	0,87	1,28
Arginina	1,80	2,19	2,14	2,79	2,49	3,29
Histidina	0,25	0,41	0,34	0,43	0,47	0,78
Valina	0,71	0,89	0,92	1,11	1,15	1,57
Isoleucina	0,45	0,52	0,55	0,78	0,67	1,02
Leucina	1,02	1,25	1,24	1,61	1,61	2,31
Fenilalanina	0,61	0,73	0,75	0,88	0,93	1,33
Cistina	0,06	0,09	0,10	0,08	0,11	0,18
Alanina	1,76	2,22	2,27	2,70	2,48	3,41
Ácido aspártico	1,29	1,50	1,67	2,08	1,85	2,87
Ácido glutâmico	2,35	2,75	2,93	3,22	3,34	5,15
Glicina	4,17	4,87	4,99	6,20	5,07	6,81
Serina	0,81	0,92	0,99	1,13	1,19	1,55
Tirosina	0,24	0,28	0,33	0,34	0,44	0,62

Tabela 7 – Composição em aminoácidos digestíveis verdadeiros, em porcentagem da matéria natural

Aminoácidos (%)	Farinhas de carne e ossos					
	1	2	3	4	5	6
Lisina	0,81	0,98	1,08	1,49	1,36	1,80
Metionina	0,30	0,40	0,35	0,39	0,44	0,53
Treonina	0,54	0,67	0,70	0,87	0,90	1,31
Arginina	1,81	2,21	2,16	2,81	2,51	3,30
Histidina	0,26	0,42	0,34	0,44	0,48	0,79
Valina	0,74	0,92	0,95	1,14	1,18	1,60
Isoleucina	0,47	0,53	0,57	0,80	0,69	1,03
Leucina	1,05	1,28	1,27	1,64	1,64	2,34
Fenilalanina	0,63	0,75	0,76	0,90	0,95	1,34
Cistina	0,08	0,10	0,11	0,09	0,12	0,19
Alanina	1,80	2,26	2,31	2,75	2,52	3,45
Ácido aspártico	1,33	1,54	1,71	2,12	1,90	2,91
Ácido glutâmico	2,40	2,79	2,98	3,26	3,39	5,19
Glicina	4,22	4,92	5,04	6,25	5,12	6,85
Serina	0,83	0,94	1,01	1,15	1,21	1,57
Tirosina	0,25	0,29	0,34	0,35	0,45	0,63

Devido à variabilidade na composição nutricional das farinhas de carne e ossos, torna-se necessário utilizar valores de aminoácidos digestíveis, quando na formulação de dietas fizer parte esse alimento, o que proporciona uma maior precisão na formulação.

3.2. Digestibilidade ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos de diferentes farinhas de vísceras

Os valores de aminoácidos totais das farinhas de vísceras estão apresentados na Tabela 8. Constatou-se variação de 2,68 a 3,37% da lisina total, referente às farinhas de vísceras com 52,77 e 62,47% de proteína bruta. Estes resultados tiveram maior variabilidade, quando comparados aos valores propostos por ROSTAGNO et al. (2000), para as farinhas de vísceras com 58,00 e 55,20% de proteína bruta, que apresentaram 3,24 e 3,09% de lisina total, respectivamente. Os valores de lisina total obtidos foram superiores aos propostos por RHÔNE POULENC (1993) e AFZ et al.(2000), que foram de 2,41 e 2,42%, para farinhas de vísceras com 58,00 e 57,00% de proteína bruta, respectivamente. Por outro lado, o valor de 3,32% de lisina total apresentado pelo NRC (1998), para a farinha de vísceras contendo 64,1% de proteína bruta, é semelhante ao obtido, no presente trabalho, para a farinha de vísceras 4.

Dentre os aminoácidos avaliados, o ácido glutâmico foi o que apresentou, em média, a maior quantidade em todas as amostras de farinha de vísceras, o que está de acordo com os valores apresentados por AFZ et al. (2000), em que o ácido glutâmico foi o aminoácido de maior quantidade dentre os aminoácidos essenciais e não-essenciais.

Essa variação entre o conteúdo de aminoácidos totais das diferentes amostras de farinhas de vísceras pode ser devido às diferenças entre o tipo de material utilizado no processamento, pois SEERLEY (1991) relataram que os alimentos protéicos de origem animal podem apresentar maior variação, comparados ao farelo de soja, uma vez que a relação entre os subprodutos pode variar, podendo então ocorrer tal variação com a farinha de vísceras de aves. Além disto, segundo a ANFAR (1985), a farinha de vísceras de aves é o produto resultante da cocção de vísceras de aves,

Tabela 8 – Composição em aminoácidos totais e proteína bruta (PB) das diferentes farinhas de vísceras, em porcentagem da matéria natural¹

	Farinhas de Vísceras				
	1	2	3	4	5
PB	52,77	57,16	60,63	62,47	62,46
Lisina	2,679	2,763	3,176	3,373	3,092
Metionina	0,837	1,038	1,255	1,104	1,095
Treonina	1,782	1,916	2,705	2,314	2,043
Arginina	3,653	3,183	4,028	4,108	3,776
Histidina	0,971	1,002	1,223	1,034	1,094
Valina	2,187	2,211	3,647	2,596	2,322
Isoleucina	1,581	1,694	2,757	2,033	1,988
Leucina	2,972	3,199	4,920	3,743	3,388
Fenilalanina	1,795	1,787	2,748	2,202	1,987
Cistina	0,428	0,642	1,041	0,640	0,749
Alanina	3,430	2,937	3,408	3,590	3,352
Ácido Aspártico	3,813	3,860	4,665	4,576	4,161
Ácido Glutâmico	6,071	5,891	8,048	7,145	6,753
Glicina	5,930	3,961	3,652	5,854	5,303
Serina	1,993	1,915	3,462	2,561	2,437
Tirosina	1,016	1,099	1,953	1,332	1,234

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (DZO-UFV) e na Ajinomoto Ind. e Com. Ltda.

sendo permitido ainda a inclusão de cabeças e pés, não devendo conter penas e outras matérias estranhas à sua composição, salvo naquelas quantidades inevitáveis aos bons métodos de processamento. Entretanto, a literatura não especifica as proporções de inclusão de cada componente utilizado no processamento.

As temperaturas máxima e mínima do interior das instalações, durante a condução do experimento, foram de $26,69 \pm 1,29$ e $21,67 \pm 1,51^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade ileal, aparentes e verdadeiros, dos aminoácidos das diferentes farinhas de vísceras estudadas, estão apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente, obtidos para a lisina, foram inferiores aos apresentados por KNABE et al. (1989), que avaliando quatro diferentes amostras de farinha de vísceras, utilizando suínos submetidos à cirurgia de implantação de cânula “T”, obtiveram um valor mínimo de 84,00% para a farinha de vísceras com 64,00% de proteína bruta.

Tabela 9 – Coeficientes de digestibilidade ileal aparente¹ dos aminoácidos das diferentes farinhas de vísceras

	Farinhas de Vísceras					CV (%)
	1	2	3	4	5	
PB	71,34 ^b	70,28 ^b	57,37 ^c	70,06 ^b	77,85 ^a	8,05
Lisina	70,84 ^a	66,72 ^{ab}	63,40 ^b	74,01 ^a	73,65 ^a	5,23
Metionina	75,71 ^{bc}	80,59 ^a	72,60 ^c	79,29 ^{ab}	81,11 ^a	3,14
Treonina	72,60 ^a	76,44 ^a	63,17 ^c	75,12 ^a	79,13 ^a	6,52
Arginina	86,78 ^a	83,17 ^b	80,82 ^b	88,27 ^a	87,36 ^a	2,48
Histidina	81,94 ^a	70,21 ^a	71,94 ^a	82,52 ^a	84,74 ^a	8,51
Valina	67,78 ^a	70,52 ^a	59,62 ^a	64,67 ^a	72,97 ^a	8,54
Isoleucina	70,73 ^a	76,91 ^a	63,30 ^a	70,47 ^a	79,28 ^a	7,76
Leucina	74,42 ^a	79,15 ^a	66,09 ^a	74,28 ^a	79,60 ^a	5,96
Fenilalanina	74,95 ^a	77,17 ^a	67,28 ^a	74,79 ^a	80,81 ^a	5,64
Cistina	32,88 ^c	66,25 ^{ab}	56,36 ^b	60,72 ^b	74,75 ^a	11,30
Alanina	71,39 ^a	65,45 ^a	56,32 ^b	69,28 ^a	72,64 ^a	7,53
Ac. aspártico	69,98 ^a	70,96 ^a	48,17 ^b	70,74 ^a	73,99 ^a	8,68
Ac. glutâmico	78,55 ^a	78,35 ^a	67,13 ^b	75,49 ^a	82,57 ^a	4,45
Glicina	79,32 ^a	70,63 ^a	54,45 ^b	74,92 ^a	80,72 ^a	7,09
Serina	74,62 ^a	76,05 ^a	71,05 ^a	78,58 ^a	82,62 ^a	5,16
Tirosina	76,44 ^a	79,19 ^a	72,15 ^a	76,47 ^a	83,43 ^a	6,03
Média ²	72,43	74,24	64,62	74,35	79,34	

¹ Valores na mesma linha, com letras diferentes, são diferentes (P<0,05) segundo o teste de Student Newman-Keuls (SNK).

² Média dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos.

Tabela 10 – Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira¹ dos aminoácidos das diferentes farinhas de vísceras

	Farinhas de Vísceras					CV (%)
	1	2	3	4	5	
PB	72,39 ^b	71,24 ^b	58,31 ^c	70,93 ^b	78,75 ^a	7,72
Lisina	71,97 ^a	67,8 ^{ab}	64,38 ^b	74,88 ^a	74,64 ^a	5,16
Metionina	76,39 ^{bc}	81,14 ^a	73,07 ^c	79,80 ^{ab}	81,64 ^a	3,12
Treonina	74,27 ^a	77,98 ^a	64,31 ^b	76,38 ^a	80,60 ^a	6,39
Arginina	87,18 ^a	83,64 ^a	81,20 ^b	88,62 ^b	87,75 ^a	2,47
Histidina	82,58 ^a	70,83 ^a	72,47 ^a	83,11 ^a	85,32 ^a	8,45
Valina	69,16 ^a	71,89 ^a	60,47 ^a	65,81 ^a	74,29 ^a	8,39
Isoleucina	71,94 ^a	78,03 ^a	64,02 ^a	71,39 ^a	80,25 ^a	7,66
Leucina	75,41 ^a	80,07 ^a	66,71 ^a	75,06 ^a	80,48 ^a	5,89
Fenilalanina	75,91 ^a	78,13 ^a	67,93 ^a	75,56 ^a	81,69 ^a	5,58
Cistina	35,76 ^c	68,17 ^{ab}	57,59 ^b	62,61 ^c	76,42 ^a	10,94
Alanina	72,57 ^a	66,83 ^a	57,55 ^b	70,39 ^a	73,86 ^a	7,39
Ácido aspártico	71,04 ^a	72,01 ^a	49,07 ^b	71,61 ^a	74,98 ^a	8,56
Ácido glutâmico	79,26 ^a	79,09 ^a	67,69 ^b	76,09 ^a	83,22 ^a	4,41
Glicina	80,11 ^a	71,82 ^a	55,78 ^b	75,71 ^a	81,62 ^a	7,00
Serina	75,52 ^a	76,98 ^a	71,59 ^a	79,27 ^a	83,36 ^a	5,11
Tirosina	77,44 ^a	80,11 ^a	72,69 ^a	77,22 ^a	84,27 ^a	5,97
Média ²	73,53	75,28	65,41	75,22	80,27	

¹ Valores na mesma linha, com letras diferentes, diferem em nível de 5% de significância, pelo teste de Student Newman-Keuls.

² Média dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos.

Por outro lado, os valores obtidos, embora inferiores, são mais próximos a 76,00%, proposto por RHÔNE POULENC (1993) para a digestibilidade ileal aparente da lisina.

A treonina apresentou um coeficiente de digestibilidade ileal aparente médio de 73,29%, mostrando-se intermediário ao coeficiente médio de 75,00% obtido por KNABE et al. (1989) e ao valor de 72,00% de digestibilidade ileal aparente da treonina proposto por RHÔNE POULENC (1993) e pelo NRC (1998). No entanto, a farinha de vísceras 3 apresentou uma digestibilidade ileal aparente de 63,17% para a treonina, mostrando-se inferior aos valores médios descritos.

Os resultados obtidos para a metionina são superiores ao apresentado por RHÔNE POULENC (1993) e NRC (1998), que propuseram o coeficiente de digestibilidade ileal aparente de 74,00%, sendo superior apenas ao da farinha de vísceras 3.

Quanto à variabilidade obtida, entre os coeficientes de digestibilidade aparentes, observou-se que, de modo geral, a farinha de vísceras 5, com 62,46% de proteína bruta, apresentou maiores coeficientes de digestibilidade ileal aparente em relação às demais. Pode-se observar ainda que as farinhas de vísceras, com valores próximos de proteína bruta, apresentaram diferenças entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente. Estes resultados estão de acordo com os observados por KNABE et al. (1989), que obtiveram maiores coeficientes de digestibilidade ileal aparente à medida que as amostras de farinhas de vísceras apresentaram maiores quantidades de proteína bruta. No entanto, para alguns aminoácidos, como foi o caso da treonina, do triptofano e da leucina, os autores obtiveram diferentes coeficientes entre amostras de farinhas de vísceras com o mesmo conteúdo protéico. Por outro lado, a variação do conteúdo de proteína bruta, de quatro amostras de farinhas de vísceras estudadas pelos autores, foi inferior (63,80 a 65,20%) à obtida no presente estudo.

Os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira da lisina das farinhas de vísceras 4 e 5 foram próximos ao valor de 77,00% apresentado por AFZ et al. (2000), porém inferiores a 80,00% proposto pelo NRC (2000), mostrando, desta forma, que as farinhas de vísceras 1, 2 e 3 apresentaram coeficientes inferiores aos propostos por ambas as literaturas.

Por outro lado, observou-se que o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da treonina, em média, foi de 74,71%, mostrando-se próximo aos 76,00 e 77,00% apresentados por RHÔNE POULENC (1993) e AFZ et al. (2000), respectivamente. No entanto, as farinhas de vísceras 3 e 5 foram as que apresentaram valores mais discrepantes em relação à literatura supra-citada, obtendo-se, respectivamente, coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira de 64,31 e 80,60%. O coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da metionina, em média, foi de 78,41%, valor este intermediário aos propostos por NRC (1998) e AFZ et al. (2000), que foram de 80,00 e 77,00%, respectivamente. Constatou-se também uma variabilidade entre os coeficientes de digestibilidade dos demais aminoácidos estudados, em função das diferentes amostras de farinhas de vísceras. Essas diferenças entre os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das diferentes farinhas de vísceras estudadas, além de serem influenciadas pela composição da matéria-prima utilizada, podem ainda ser devido ao processamento térmico a que foram submetidas as diferentes farinhas de vísceras. STANGELAND (1997) afirmou que o processamento a altas temperaturas, e em alguns casos o longo tempo de processamento, tem um efeito adverso sobre a digestibilidade de aminoácidos em subprodutos de origem animal. VARNISH e CARPENTER (1975), estudando o efeito da autoclavagem de tecidos protéicos de aves, observaram uma modificação na estrutura da proteína, em que o modo de ação das enzimas, associado com a digestão, foi prejudicado. No entanto, a literatura tem postulado reações que envolvem o grupamento ϵ -amino da lisina e os grupos carboxil (CO-NH_2) dos ácidos aspártico e glutâmico.

Pode-se observar ainda que, dentre os aminoácidos essenciais, a treonina apresentou grandes diferenças entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira, em todas as farinhas de vísceras avaliadas. Segundo LI et al. (1994), essa diferença está associada à baixa digestibilidade aparente da treonina, devido a sua alta concentração nas secreções endógenas.

Os valores de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros das diferentes amostras de farinhas de vísceras estão apresentados nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 – Composição em aminoácidos digestíveis aparentes das farinhas de vísceras, em porcentagem da matéria natural

Aminoácidos (%)	Farinhas de Vísceras				
	1	2	3	4	5
Lisina	1,90	1,84	2,01	2,50	2,28
Metionina	0,63	0,84	0,91	0,88	0,89
Treonina	1,29	1,46	1,71	1,74	1,62
Arginina	3,17	2,65	3,26	3,63	3,30
Histidina	0,80	0,70	0,88	0,85	0,93
Valina	1,48	1,56	2,17	1,68	1,69
Isoleucina	1,12	1,30	1,75	1,43	1,58
Leucina	2,21	2,53	3,25	2,78	2,70
Fenilalanina	1,35	1,38	1,85	1,65	1,61
Cistina	0,14	0,43	0,59	0,39	0,56
Alanina	2,45	1,92	1,92	2,49	2,43
Ácido aspártico	2,67	2,74	2,25	3,24	3,08
Ácido glutâmico	4,77	4,62	5,40	5,39	5,58
Glicina	4,70	2,80	1,99	4,39	4,28
Serina	1,49	1,46	2,46	2,01	2,01
Tirosina	0,78	0,87	1,41	1,02	1,03

Tabela 12 – Composição em aminoácidos digestíveis verdadeiros das farinhas de vísceras, em porcentagem da matéria natural

Aminoácidos (%)	Farinhas de Vísceras				
	1	2	3	4	5
Lisina	1,93	1,87	2,04	2,53	2,31
Metionina	0,64	0,84	0,92	0,88	0,89
Treonina	1,32	1,49	1,74	1,77	1,65
Arginina	3,18	2,66	3,27	3,64	3,31
Histidina	0,80	0,71	0,89	0,86	0,93
Valina	1,51	1,59	2,21	1,71	1,73
Isoleucina	1,14	1,32	1,77	1,45	1,60
Leucina	2,24	2,56	3,28	2,81	2,73
Fenilalanina	1,36	1,40	1,87	1,66	1,62
Cistina	0,15	0,44	0,60	0,40	0,57
Alanina	2,49	1,96	1,96	2,53	2,48
Ácido aspártico	2,71	2,78	2,29	3,28	3,12
Ácido glutâmico	4,81	4,66	5,45	5,44	5,62
Glicina	4,75	2,84	2,04	4,43	4,33
Serina	1,51	1,47	2,48	2,03	2,03
Tirosina	0,79	0,88	1,42	1,03	1,04

O conteúdo de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros é resultado de seus respectivos coeficientes de digestibilidade e do conteúdo de aminoácidos totais. Pode-se notar uma expressiva diferença entre o conteúdo de aminoácidos digestíveis aparentes e verdadeiros, em relação ao conteúdo de aminoácidos totais, o que deve ser considerado na formulação de dietas para suínos, uma vez que a literatura já dispõe de valores de exigência com base em aminoácidos digestíveis (NRC, 1998; ROSTAGNO et al., 2000). Além disto, FULLER e WANG (1990) afirmaram que formular dietas com base no conteúdo de aminoácidos digestíveis, ao invés do conteúdo de aminoácido totais, é mais preciso, devido a digestibilidade dos aminoácidos variar de ingrediente para ingrediente.

4. CONCLUSÕES

1 - As farinhas de carne e ossos e as de vísceras apresentaram grande variação quanto aos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira.

2 - Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, das diferentes farinhas de carne e ossos, variaram de 54,87 a 74,80, 62,62 a 81,19 e 72,35 a 85,46%, respectivamente, e a variação obtida para os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, para os mesmos aminoácidos, foram de 57,00 a 76,08, 66,26 a 83,07 e 73,76 a 86,39%, respectivamente.

3 - Para as farinhas de vísceras, obteve-se uma variação de 63,40 a 74,01, 63,17 a 79,13 e 72,60 a 81,11% entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira desses aminoácidos apresentaram uma variação de 64,38 a 74,88, 64,31 a 80,60 e 73,07 a 81,64%, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFZ, AJINOMOTO EUROLYSINE, AVENTIS ANIMAL NUTRITION, INRA, ITCF. 2000. *Digestibilidade ileal estandarizada de aminoácidos em ingredientes para rações de suínos*. 44p. (Ami Pig)
- ALBINO, L.F.T.A., SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa-MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, 1996. p.303-318.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR, 1985 – *Matérias-primas para alimentação animal*. 4 ed. São Paulo. 65p.
- BATTERHAM, E.S., LOWE, R.F., DARNELL, R.E. 1986. Availability of lysine in meat meal, meat and bone meal and blood meal as determined by slope ratio assay with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. *Brit J. Nut.*, v.55, p.427-440.
- BERK, A., SCHULZ, E. 1995. Investigations into the digestibility of meat meals in pigs. *Anim. Res. Develop.*, 41:74-85.
- BJARNASON, J., CARPENTER, K.J. 1970. Mechanism of heat damage in proteins, 2. Chemical changes in pure protein. *Brit. J. Nutr.*, 24:313-329.
- BRASIL. Decreto no 29.651, de 8 de julho de 1951. *Aprova o Regulamento de Inspeção industrial e sanitária de Produtos de Origem Animal*. RIISPOA, 1951.
- BRUGALLI, I. *Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- CAINE, W. R. *Ileal recovery of endogenous aminoacids in pigs*. Wageningen: Netherland, 1997. 169p. (PhD Thesis). Graf. Serv. Cent., Wageningen, 1997.
- CHEFTEL, J.C., CUQ, J.L., LORIENT, D. 1989. *Proteínas alimentarias – Bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional y modificaciones químicas*. Editorial Acribia AS, Zaragoza, 345p.
- DONKOH, A., MOUGHAN, P.J., SMITH, W.C. 1994. 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. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.49, p.43-56.
- FULLER, M.F., WANG, T.C. 1990. Digestible ileal protein: a measure of dietary protein value. *Pig News and Inform.*, v.11, p.353-357.
- JOHNSON, M.L., PARSONS, C.M., FAHEY, G.C. 1998. Effects of special raw material source, ash content and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-product meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. *J. Anim. Sci.*, v.76, n.4, p.1112-1121.
- JORGENSEN, H., SAUER, W.C., THACKER, P.A. 1984. Amino acid availabilities in soybean meal, sunflower meal, fish meal and meat and bone meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.58, n.4, p.926-934.
- ITCF, EUROLYSINE. *Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs*. 1998, 53p.
- KNABE, D.A., LA RUE, E.J., GREGG, E.J. 1989. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.67, p.441-458.
- LAPLACE, J.P. Amino acid availability in pig feeding. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL FEEDING, 1986, Madrid. *Proceedings...* Madrid: 1986. v.9, p.109-129.
- LI, S., SAUER, W.C., HARDIN, R.T. 1994. Effect of dietary fibre level on amino acid digestibility in young pigs. *J. Anim. Sci.*, v.74, p.327-333, 1994.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA – MAARA. 1996. *Normas e padrões de nutrição e alimentação animal*. Revisão. Curitiba-PR. 145p.
- NELSON, T.S., KIRBY, L.K., JOHNSON, Z.B. 1981. The effect of altering the cation-anion content with calcium and phosphorus on the digestion of dry matter and amino acids and energy utilization. *Poult. Sci.*, v.60, p.786-789.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1998. *Nutrients requirement of swine*. 10.ed. Washington-DC: National Academic Press, 189p.

- PARSONS, C.M., CASTANON, F., HAN, Y. 1997. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poult. Sci.*, v.76, p.361-368.
- PIVA, G., MOSCHINI, M., FIORENTINI, L. et al. 2001. Effect of temperature, pressure and alkaline treatments on meat meal quality. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.89, p.59-68.
- RHÔNE POULENC. 1993. *Rhodimet feed formulation guide*. 6. ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition, 39p.
- ROSTAGNO, H.S., FEATHERSTON, W.R. 1977. Estudos de métodos para determinação de disponibilidade de aminoácidos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.6, n.1, p.64-75.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A. et al. 1983. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1. ed. 61p.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. 2000. *Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: UFV, 1.ed. 141p.
- SAUER, W.C., OZIMEK, L. 1986. Digestibility of amino acid in swine: results and their practical applications. A review. *Liv. Prod. Sci.*, v.15, p.367-388.
- SEERLEY, R.W. 1991. Major feedstuffs used in swine diets. In: Miller. E.R., Ullrey, D.E., Lewis, A.J. *Swine nutrition*. Butterworth-Heinemann, p.509-516.
- SERRANO, V.O.S. *Digestibilidade dos aminoácidos de suplementos protéicos em suínos, submetidos ou não a anastomose íleo-retal*. Viçosa-MG: UFV, 1989. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos: (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária. 160p.
- STANGELAND, V. 1997. Quality byproducts may replace added phosphorus, *Feedstuffs*, p.13.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1999. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas)*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 59p.
- VARNISH, S.A, CARPENTER, K.J. 1975. Mechanisms of heat damage in proteins. 6. The digestibility of individual amino acids in heated and propionylated proteins. *Brit. J. Nut.*, v.34, p.339-349.
- VIEITES, F.M. *Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves*. Viçosa: 2000. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

2. CONCLUSÕES GERAIS

A análise dos resultados dos experimentos realizados permitiu as seguintes conclusões: Os valores de energia digestível e metabolizável para a farinha de carne e ossos variaram de 1.717 a 2.908 kcal/kg e de 1.519 a 2.608 kcal/kg, respectivamente, e os valores para a farinha de vísceras variaram de 3.281 a 4.567 kcal/kg e de 3.151 a 4.293 kcal/kg, respectivamente. As equações de predição da energia digestível e metabolizável que apresentaram maiores R^2 para a farinha de carne e ossos foram: $ED = 1196,11 + 44,18 \times PB - 121,55 \times P$ e $EM = 2103,35 + 22,56 \times PB - 164,02 \times P$; e para a farinha de vísceras foram: $ED = 8226,97 - 33,01 \times PB - 160,05 \times MM$ e $EM = 10146,5 - 166,27 \times MM - 1259,25 \times Ca$. O aumento dos níveis de fibra, proveniente da inclusão da casca de arroz à dieta isenta de proteína, resultou em aumento da perda endógena dos aminoácidos estudados, com exceção da glicina. As farinhas de carne e ossos e as de vísceras apresentaram uma grande variação quanto aos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira. Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina das diferentes farinhas de carne e ossos variaram de 54,87 a 74,80, 62,62 a 81,19 e 72,35 a 85,46%, respectivamente, e a variação obtida para os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, para os mesmos aminoácidos, foram de 57,00 a 76,08, 66,26 a 83,07 e 73,76 a 86,39%, respectivamente. Para as farinhas de vísceras obteve-se uma variação de 63,40 a 74,01, 63,17 a 79,13 e 72,60 a

81,11% entre os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da lisina, treonina e metionina, e os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, destes aminoácidos, apresentaram uma variação de 64,38 a 74,88, 64,31 a 80,60 e 73,07 a 81,64%, respectivamente.