

Determinação e predição dos valores de energia digestível e metabolizável da farinha de vísceras para suínos

Determination and prediction of the digestible and metabolizable energy values of poultry by-products for swine

POZZA, Paulo Cesar^{1*}; GOMES, Paulo Cesar²; DONZELE, Juarez Lopes²; ROSTAGNO, Horácio Santiago²; POZZA, Magali Soares dos Santos¹; RODRIGUEIRO, Ramalho José Barbosa³; NUNES, Ricardo Vianna¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG, Brasil.

³CJ do Brasil, Departamento Técnico, São Paulo, SP, Brasil.

*Endereço para correspondência: pcpozza@yahoo.com.br

RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e energética de cinco farinhas de vísceras, assim como de desenvolver equações de predição dos valores de energia digestível e metabolizável com base na composição química e física dos alimentos. Na determinação dos valores de energia digestível e metabolizável, foram utilizados 24 suínos mestiços, machos castrados com peso inicial de $26,3 \pm 1,9$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos, quatro repetições e um animal por unidade experimental. Utilizaram-se uma dieta-referência e cinco farinhas de vísceras, em substituição a 20% da ração-referência. O teor de proteína bruta das farinhas de vísceras variou de 52,77 a 62,47%, enquanto os valores de energia digestível variaram de 3.281 a 4.567 kcal/kg e os de energia metabolizável, de 3.151 a 4.293 kcal/kg. As equações de predição da energia digestível e metabolizável que apresentaram maiores R^2 foram: $ED = 8226,97 - 33,01 \times PB - 160,05 \times MM$ e $EM = 10146,5 - 166,27 \times MM - 1259,25 \times Ca$.

Palavras-chave: composição química, metabolismo, subprodutos de abatedouros

SUMMARY

The experiment was carried out to determine the chemical and energetic composition of five poultry by-products and to develop prediction equations of digestible and metabolizable energy values based on the chemical and physical composition of feedstuffs. Twenty-four crossbred castrated male swine averaging 26.3 ± 1.9 kg of initial weight were allotted to a randomized block design, with six treatments, four replicates and one animal per experimental unit, to determine the digestible and metabolizable energy values. The treatments consisted of a basal diet and five poultry by-products, that replaced in 20% the basal diet. The crude protein content of poultry by-products ranged from 52.77 to 62.47% and the digestible and metabolizable energy values, from 3,281 to 4,567kcal/kg and 3,151 to 4,293kcal/kg, respectively. The prediction equations of digestible and metabolizable energy that showed higher R^2 were: $DE = 8226.97 - 33.01 \times CP - 160.05 \times Ash$ and $ME = 10146.5 - 166.27 \times Ash - 1259.25 \times Ca$.

Keywords: chemical composition, metabolism, slaughter house by-product

INTRODUÇÃO

A suinocultura tem se mostrado uma atividade com elevado custo de produção, sobretudo com a alimentação. Os subprodutos de abatedouros, como as farinhas de carne e ossos e as farinhas de vísceras, são alimentos protéicos utilizados na alimentação de suínos, produzidos em grandes quantidades, e se destacam por não serem adequados ao consumo humano.

A farinha de carne e ossos (FCO) e a farinha de vísceras (FV), portanto, são alimentos alternativos que merecem estudos mais detalhados sobre suas composições químicas, de modo a se obter o máximo sucesso em sua utilização, uma vez que são matérias-primas de alto teor protéico (TUCCI et al., 2003). Por outro lado, a composição química e energética dos subprodutos de abatedouro podem variar conforme o tipo de matéria-prima utilizada no processamento.

Conforme indicam as tabelas de composição de alimentos (NRC, 1998; ROSTAGNO et al., 2005) e, de acordo com o NRC (1998), a composição química dos alimentos é o principal determinante da energia digestível, sendo que o extrato etéreo tem efeito positivo e a matéria mineral e fibra têm efeito negativo, corroborando relatos de Adams & Jensen (1987) de que o conteúdo de óleo eleva o valor da energia e pode melhorar o desempenho e as características de carcaça dos animais.

A determinação, por meio de ensaios de metabolismo, dos valores de energia digestível e metabolizável dos alimentos utilizados em dietas para suínos demanda tempo, infra-estrutura e recursos financeiros, o que dificulta sua realização pela indústria suinícola.

Os valores energéticos dos alimentos também podem ser determinados 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).

Dessa forma, este trabalho foi realizado com os objetivos de determinar a composição química e energética de cinco farinhas de vísceras para suínos e desenvolver equações de predição da energia digestível e metabolizável com base na composição química e física desses alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de metabolismo foi realizado no Setor de Suinocultura da UFV utilizando-se 24 suínos mestiços (Landrace × Largewhite), machos castrados, com peso inicial de $26,3 \pm 1,9$ kg, distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em um delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de seis tratamentos e quatro repetições. Na formação dos blocos, foram considerados o peso inicial e o parentesco dos animais.

O período experimental teve duração de 12 dias: sete dias de adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo e às rações e cinco dias de coleta de fezes e urina.

Foram utilizadas cinco farinhas de vísceras, provenientes de diferentes abatedouros, em substituição a 20% da ração-referência (Tabela 1), à base de milho, farelo de soja, vitaminas, minerais e aminoácidos.

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no peso 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 h. Para definir o início e o final do período de coleta, foi utilizado óxido férrico (Fe_2O_3) na ração.

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

Alimentos	Quantidade (kg)
Milho	78,40
Farelo de soja	15,35
Fosfato bicálcico	1,60
Calcário	1,85
Óleo	1,76
Sal	0,35
DL-metionina (99,0%)	0,07
L-lisina HCl (78,4%)	0,31
Suplemento vitamínico ¹	0,10
Suplemento mineral ²	0,10
Antibiótico ³	0,10
Antioxidante ⁴	0,01

Composição	
Energia digestível (kcal/kg)	3.400
Proteína bruta (%)	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

¹Conteúdo/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.

²Conteúdo/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.

³Bacitracina de zinco.

⁴BHT (hidroxitolueno butilado).

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

À medida que era excretada, a urina era filtrada e colhida em baldes plásticos contendo 20 mL de HCl 1:1. Alíquotas de 5% do volume total foram acondicionadas em frascos de vidro, por animal, e

armazenadas em geladeira (3°C) para análises posteriores de energia bruta.

As análises químicas dos alimentos estudados foram realizadas, conforme técnicas descritas por Silva (1990), para determinação da composição em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P). Foram analisados também a digestibilidade da proteína em pepsina (PEP), a acidez (A) em NaOH (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1998) e o diâmetro geométrico médio (DGM) das

farinhas de vísceras segundo técnicas descritas por Handerson & Perry (1955). Nas excretas (fezes e urina), foi determinada a composição de matéria seca e energia bruta. Na determinação das equações de predição dos valores de ED e EM, as análises de regressão foram realizadas, por meio de regressão linear simples e múltipla, utilizando a técnica de Eliminação Indireta (*Backward*) utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas-SAEG (UFV, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor máximo de matéria seca observado foi de 95,17% (Tabela 2), que se mostrou superior aos valores encontrados na literatura (NRC; 1998; ROSTAGNO et al., 2005). A variação do conteúdo de proteína bruta foi entre 52,77 e 62,47%, o que está coerente com os valores de proteína bruta

citados na literatura para este alimento, que variam de 54,37 (EMBRAPA, 1991) a 64,10% (NRC, 1998).

Em relação ao conteúdo de matéria mineral apenas as amostras 4 e 5 atenderam às especificações da ANFAR (1985), que preconizam o máximo de 13,00% de matéria mineral. No entanto, valores superiores têm sido descritos para farinhas de vísceras com menores teores de gordura (ROSTAGNO et al., 2005).

As farinhas de vísceras apresentaram valor máximo de 15,25% de extrato etéreo, superior aos 12,00% estipulados pela ANFAR (1985). Entretanto, Rostagno et al. (2005) descreveram composição diferenciada para a farinha de vísceras com alta taxa de gordura (20,58%), com menores quantidades de proteína bruta e matéria mineral em relação à farinha com 13,84% de gordura.

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

FV	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	Pepsina 0,002% (%)	Acidez (meq/100g)
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

¹Análises realizadas no laboratório de Nutrição animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa; ²MS = Matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, MM= matéria mineral, Ca = cálcio e P = fósforo, MN = matéria natural.

Das cinco farinhas de vísceras avaliadas, três apresentaram valores de fósforo superiores aos de 1,86, 2,41 e 2,66% propostos pela EMBRAPA (1991), pelo NRC (1998) e por Rostagno et al. (2005), respectivamente.

A alta variação da composição química entre as diferentes farinhas de vísceras é reflexo das diferenças na composição da matéria-prima, uma vez que a restrição à farinha de vísceras é que 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% indicam que a farinha de vísceras com menor conteúdo protéico apresentou baixa digestibilidade em pepsina (28,53%), enquanto os maiores valores foram obtidos

para as farinhas de vísceras com elevados conteúdos de proteína bruta. Entre as amostras com maiores conteúdos protéicos (FV 4 e 5), foram ainda observadas diferenças, uma vez que apresentaram digestibilidade da proteína em pepsina de 73,43 e 69,40%.

Os valores de digestibilidade da proteína bruta em pepsina, a 0,002%, obtidos para as farinhas de vísceras foram inferiores ao de 75,00% preconizado pela ANFAR (1985), entretanto essa indicação está relacionada à digestibilidade da proteína em pepsina a 0,2%. De acordo com Parsons et al. (1997) e Bellaver et al. (2000), existem diferenças na solubilidade da proteína bruta nas concentrações de 0,2; 0,02; 0,002 ou 0,0002% e os menores níveis aumentam a possibilidade de identificar a qualidade protéica das farinhas de carne e ossos. Entretanto, pesquisas têm comprovado que existe pouca ou nenhuma vantagem em reduzir a concentração de pepsina de 0,002 a

0,0002% em ensaios com farinhas de carne e ossos (PARSONS et al., 1997).

Os resultados de acidez em NaOH 0,1N/100g variaram de 0,58 a 1,56 meq/100 g, atendendo à recomendação da ANFAR (1985), de no máximo 6,0 meq de NaOH 0,1 N/100 g de amostra.

Todas as farinhas de vísceras avaliadas podem ser classificadas como médias quanto ao diâmetro geométrico médio, uma vez que, segundo Nunes et al. (2001), os alimentos podem ser classificados em grossos (DGM acima de 832,7 μ m), médios (DGM entre 375,3 e 832,7 μ m) e finos (DGM menor que 375,7 μ m). Com o aumento do DGM, observou-se respectivo aumento do módulo de finura e, segundo Zanotto et al. (1996), tanto o módulo de finura como o DGM podem ser utilizados para explicar o comportamento das respostas para o consumo de ração e a conversão alimentar (Tabela 3).

Tabela 3. Módulo de finura (MF), índice de uniformidade (IU) e diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas de diferentes farinhas de vísceras (FV)

FV	MF (mfg)	IU (%)			DGM (μ m)
		Grossas	Médias	Finas	
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

Entre as farinhas de vísceras avaliadas, o menor valor de energia bruta (Tabela 4) 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 farinhas de vísceras apresentaram valores de ED que variaram de 3.281 a 4.567 kcal/kg, enquanto os valores propostos por Rostagno et al. (2005) para as farinhas de vísceras com 13,84 e 20,58% de gordura são de 3.905 e 4.411 kcal/kg, respectivamente.

Tabela 4. Valores de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM), coeficientes de digestibilidade (CDEB) e de metabolizabilidade (CMEB) aparente da energia bruta e relação EM:ED de diferentes farinhas de vísceras (FV)

FV	EB (kcal/kg)	ED (kcal/kg)	CD (%)	EM (kcal/kg)	CM (%)	EM:ED (%)
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

Os valores obtidos neste estudo foram superiores ao descrito pelo NRC (1998), de 3.090kcal/kg e, em média, inferiores aos descritos pela EMBRAPA (1991), de 4.465kcal/kg para farinha de vísceras com 54,37% de proteína bruta e 12,79% de extrato etéreo e ao valor de 4.411 kcal/kg sugerido por Rostagno et al. (2005) para a farinha de vísceras com 55,30% de proteína bruta e 20,58% de gordura.

O maior coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CD) foi observado na farinha de vísceras com menor nível de cálcio, o que pode ser explicado, segundo Maynard et al. (1984), pelo fato de os ácidos graxos se combinarem ao cálcio, assim como ao magnésio, para formar compostos insolúveis, que são excretados nas fezes, o que pode proporcionar redução da digestibilidade da energia bruta do alimento. Além disso, a porcentagem de matéria mineral dos alimentos, como um todo, tem efeitos negativos sobre os valores de energia digestível (NRC, 1998).

Os valores de energia metabolizável obtidos para as farinhas de vísceras, com exceção da amostra 2, encontram-se entre os valores propostos por Rostagno et al. (2005) para as farinhas de vísceras com alta e baixa taxas de gordura. Entre as farinhas de vísceras, o maior coeficiente de metabolizabilidade foi observado para a farinha de vísceras 2, com menor quantidade de proteína bruta em relação às farinhas 3, 4 e 5, porém com maior quantidade de proteína bruta em relação à farinha de vísceras 1, que apresentou

menor coeficiente de metabolizabilidade do que a farinha de vísceras 2.

A variabilidade da relação EM:ED pode ser atribuída à quantidade e à qualidade da proteína das farinhas 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, enquanto o nitrogênio é 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 & Henry (1993), a perda energética na urina representa uma porcentagem variável da ED e esta perda é altamente dependente da quantidade de nitrogênio na urina.

A menor relação EM:ED foi obtida para a farinha de vísceras 1, o que pode ser um reflexo da pior qualidade protéica, uma vez que a farinha de vísceras 1 apresentou a menor quantidade de proteína bruta.

As farinhas de vísceras 4 e 5, pertencentes ao mesmo grupo protéico, apresentaram valores diferentes para a relação EM:ED, evidenciando que a qualidade protéica dos alimentos, além da quantidade, pode influenciar a metabolizabilidade da energia bruta.

As variáveis independentes utilizadas nas equações de predição foram a 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) (Tabela 5).

A matéria mineral proporcionou efeito negativo sobre as equações, tanto para ED quanto para EM. Esse efeito negativo da

matéria mineral nas equações de predição da energia digestível e metabolizável é altamente significativa e pode, em parte, estar relacionado a vários fatores.

Tabela 5. 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

PB = proteína bruta, FB=fibra bruta, EE=extrato etéreo, MM= matéria mineral, Ca=cálcio, P=fósforo, DGM=diâmetro geométrico médio.

De acordo com Morgan et al. (1987), esta expressiva influência negativa da matéria mineral sobre a energia digestível resulta de sua ação como diluente da energia bruta, reduzindo o conteúdo de matéria orgânica dos alimentos. Além de seu efeito diluente, pode promover redução da digestibilidade de alguns compostos, como gorduras (NOBLET & PEREZ, 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 & Perez (1993) associaram a redução da digestibilidade do extrato etéreo à formação de sabões com minerais da dieta, pois, segundo Lehninger (1991), os sabões de cálcio são muito insolúveis, o que pode explicar, além dos efeitos causados pelos minerais, a correlação

negativa obtida para cálcio, uma vez que a farinha de vísceras possui grandes quantidades desse mineral.

O extrato etéreo apresentou efeito positivo, o que pode estar relacionado ao efeito inibitório dos lipídeos sobre o esvaziamento gástrico, que pode promover melhora da digestibilidade.

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.

Entre as equações obtidas para estimar a energia digestível da farinha de vísceras, a que apresentou maior R² (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 às variáveis de composição química, foi representada por MM e Ca.

As equações compostas por até quatro variáveis de composição química requerem menor tempo, maior facilidade e maior economia na determinação e podem ser utilizadas com maior facilidade, pois, segundo Wiseman & Cole (1985), há grande interesse pela utilização de equações de predição de ED e EM dos alimentos, compostas por apenas uma combinação de variáveis de composição química.

Em média, os valores de R^2 das equações de predição dos valores de ED foram superiores aos obtidos para as equações de predição dos valores de EM, o que corrobora os relatos de Just et al. (1984), em que a acurácia da predição dos valores de ED é maior em relação à predição dos valores de EM.

Valores de R^2 superiores foram obtidos por Noblet & Perez (1993), tanto para energia digestível quanto metabolizável, com a combinação de uma série de variáveis de composição química, entretanto esses autores não utilizaram as variáveis Ca e P como possíveis preditores. 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 R^2 de 0,79.

Os valores de energia digestível e metabolizável das farinhas de vísceras variaram de 3.281 a 4.567kcal/kg e de 3.151 a 4.293kcal/kg, respectivamente, e as equações de predição da energia digestível e metabolizável que apresentaram maiores R^2 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

ADAMS, K.L.; JENSEN, A.H. High-fat-maize in diets for pigs and sows. **Animal Feed Science Technology**, v.17, n.3, p.201-212, 1987.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES - ANFAR. **Matérias-primas para alimentação animal**. 4. ed. São Paulo, 1985. 65p.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; KLEIN, C.H. *In vitro* solubility of meat and bone meal protein with different pepsin concentrations. **Ciência Rural**, v.30, n.3, p.489-492, 2000.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Métodos analíticos**. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998. p.1-199.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA – EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia, 1991, 97p.

EWANS, R.C. Energy utilization in swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULREY, D.E.; LEWIS, A.J. (Eds.). **Swine nutrition**. Boston: Burtterworth-Heinemann, 1991. p.121-132.

FERREIRA, E.R.A.; FIALHO, E.T.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; GONÇALVES, T.M. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.514-523, 1997.

HANDERSON, S.M.; PERRY, R.L. **Agricultural process engineering**. New York: John Wiley and Sons, 1955, 402p.

- JUST, A.; JORGENSEN, H.; FERNANDEZ, J.A. Prediction of metabolizable energy for pigs on the basis of crude nutrients in the feeds. **Livestock Production Science**, v.11, p.105-128, 1984.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. 7 ed. São Paulo: Sarvier, 1991. 725p.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- MORGAN, C.A.; WHITTEMORE, C.T.; PHILLIPS, P; CROOKS, P. The prediction of the energy value of compounded pig foods from chemical analysis. **Animal Feed Science Technology**, v.17, p.81-107, 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington : National Academic Press, 1998. 189p.
- NOBLET, J.; HENRY, Y. Energy evaluation systems for pig diets: a review. **Livestock Production Science**, v.36, p.121-141, 1993.
- NOBLET, J.; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3389-3398, 1993.
- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S. Valores energéticos e aminoácidos digestíveis do grão de trigo e de seus subprodutos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.
- PARSONS, C.M.; CASTANON, F.; HAN, Y. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. **Poultry Science**, v.76, p.361-368, 1997.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v.27, p.1303-1306, 1968.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SEERLEY, R.W. Major feedstuffs used in swine diets. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. (Eds.) **Swine nutrition**. Butterworth-Heinemann, 1991. p.509-516.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1990. 160p.
- TUCCI, F.M.; LAURENTIZ, A.C.; SANTOS, E.A.; RABELLO, C.B.V.; LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.25, n.1, p.85-89, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. Viçosa, 2000. 142p.
- ZANOTTO, D.L.; NICOLAIEWSKY, S.; FERREIRA, A.S.; GUIDONI, A.L.; LIMA, G.J.M.M. Desempenho produtivo de suínos submetidos à dietas com diferentes granulometrias do milho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n.3, p.501-510, 1996.
- 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**. Burtterworth, 1985. p.59-70.

Data de recebimento: 23/10/2007

Data de aprovação: 08/09/2008