

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE E VALORES ENERGÉTICOS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA SUÍNOS. ¹

HACY PINTO BARBOSA^{2,3}; MESSIAS ALVES DA TRINDADE NETO², IZABEL MARIN PETELINCAR DE SORDI² e WILSON LINO CASTILLO SOTO⁴

¹ Projeto financiado pela FAPESP (Processo no. 95/0243-0)

² Centro de Nutrição e Alimentação Animal, Instituto de Zootecnia, Rua Heitor Penteado, 56, Centro, Caixa postal 60, 13460-000- Nova Odessa, SP.

³ Bolsista do CNPq

⁴ Aluno do Curso de pós-graduação da FCAV/UNESP- Campus de Jaboticabal, Rod. Carlos Tonnan, km5, 14870-000- Jaboticabal, SP. Bolsista da FAPESP.

RESUMO: Ensaios foram realizados para avaliar a composição química e determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) de quatro alimentos, com suínos na fase de crescimento. Foram estudados: milho pré-gelatinizado (MPG); soja integral extrusão seca (SIES); soja integral tostada a vapor (SITV) e resíduos de bolacha maisena (RBM). Utilizaram-se 36 suínos machos castrados mestiços (Landrace x Large White) com peso inicial de $44,60 \pm 4,26$ kg. O método utilizado foi o da coleta total de fezes e urina, utilizando óxido férrico como marcador fecal na proporção de 2% da matéria seca da dieta. Os ingredientes substituíram 30% da dieta referência, na base da matéria seca. Os resultados para MPG, SIES, SITV e RBM foram respectivamente na base da matéria natural de: ED (3564; 3778; 3575; 3363 Kcal/kg); EM (3482, 3742, 3536, 3315 Kcal/kg); CDAMS (88,45, 89,89, 89,93, 92,74 %); CDAPB (88,82, 89,50, 91,62, 90,61 %).

Termos para indexação: Energia digestível, energia metabolizável, milho pré-gelatinizado, resíduos de bolacha maisena, soja integral.

DIGESTIBILITY COEFFICIENTS AND ENERGY VALUES OF SEVERAL FEEDS FOR SWINE

SUMMARY: Trials were made to determine the chemical composition and dry matter (DMD), apparent crude protein digestibility (ACPD), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) of four feeds with swine in growing phase. The feeds studied were: pré-cooked corn (PCC); whole soybean dry extrusion (WSDE); whole steam toasted soybean (WSTS) and maize flour biscuit residues (MFBR). Thirty six crossbred (Landrace x Large White) barrows were utilized with initial weight of 44.60 ± 4.26 kg. The method employed was the one of total faeces and urine collection using ferric oxide as faecal marker in the proportion of 2% of the dry matter of the diet. The ingredients substituted 30% of the basal diet, in the dry matter basis. The results for PCC, WSDE, WSTS and MFBR were, respectively, as feed basis of: DE (3564, 3778, 3575, 3363 KCal/kg), ME (3482, 3742, 3536, 3315 KCal/kg); DMD (88.45; 89.89; 89.93; 92.74 %); ACPD (88.82; 89.50; 91.62; 90.61 %).

Index terms: Digestible energy, maize flour biscuit residues, metabolizable energy, pré-cooked corn, whole soybeans.

INTRODUÇÃO

A utilização de alimentos processados nas dietas de suínos tem a finalidade de oferecer maior disponibilidade dos nutrientes para esses animais nas diversas etapas do ciclo de produção. Porém, a recomendação de inclusão destes ingredientes na ração depende das informações obtidas das análises proximais, dos valores de digestibilidade e disponibilidade de nutrientes, avaliados com base no desempenho dos animais.

Embora o milho seja o principal ingrediente da ração de suínos, a sua proteína é menos digestível e de pior qualidade do que aquelas oriundas dos produtos lácteos (MAHAN e NEWTON, 1993). De acordo com KIDDER e MANNERS (1978), aproximadamente 60 a 70% da energia ingerida por leitões desmamados, deriva de carboidratos, principalmente do amido presente no milho. Em condições normais espera-se que ocorra uma absorção intestinal baixa em função de que a atividade da amilase pancreática, entre 6 a 8 semanas de idade do leitão, ainda é incompleta (SHIELDS et al., 1980 e VANDER POEL, 1989). Assim, diversos estudos com processamentos industriais têm sido realizados para melhorar a utilização do amido pelo leitão, sobretudo, a partir da redução da idade ao desmame. Entre esses processos destacam-se a extrusão, tostagem, cozimento e irradiação ultravioleta (HALE et al., 1979; VANDER POEL, 1989; HERKELMAN et al., 1990; e GRAY, 1992).

Com a possibilidade de produtores utilizarem a soja integral (grãos) na alimentação de suínos (principalmente leitões) e ao mesmo tempo, as indústrias terem produtos disponíveis no mercado, há necessidade de se avaliar periodicamente esses alimentos, principalmente com relação ao conteúdo em energias digestível e metabolizável. O tratamento a calor da soja integral melhora a digestibilidade dos nutrientes (KNABE et al., 1989 e HANCOCK et al., 1990), porém o superaquecimento piora a utilização dos aminoácidos (SIBBALDI et al., 1980).

Os ensaios metabólicos tiveram como objetivos determinar a composição química, os índices de controle de qualidade, os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e proteína bruta, energias digestível e metabolizável de quatro alimentos utilizados na alimentação de suínos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo, cinco ensaios de metabolismo foram conduzidos no Setor de Suinocultura

do Instituto de Zootecnia em Nova Odessa. Os alimentos estudados foram:

- 1) Milho pré-gelatinizado (MPG - produto comercial CIMILHO);
- 2) Soja integral extrusão seca (SIES - produto comercial);
- 3) Soja integral tostada a vapor (SITV - produto comercial);
- 4) Resíduos de bolacha maisena (RBM - produto comercial).

Foram utilizados 36 suínos machos castrados mestiços (Landrace x Large White) com peso inicial de $44,60 \pm 4,26$ kg. Nos três primeiros ensaios foram testados três alimentos (MPG, SIES e SITV) e nos dois restantes um alimento (RBM). Em cada ensaio foi utilizado ração referência à base de milho e farelo de soja suplementada com minerais e vitaminas contendo 18% de proteína bruta (Quadro 1).

Quadro 1. Composição centesimal da ração referência

Ingredientes	%
Milho moído ¹	70,50
Farelo de soja ¹	26,50
Fosfato bicálcico ¹	1,30
Calcário calcítico ¹	0,90
Sal comum	0,40
Mistura vitamínica ²	0,30
Mistura mineral ³	0,10
Valores analisados	
Matéria seca (%)	87,29
Proteína bruta (%)	18,81
Fibra bruta (%)	3,17
Extrato etéreo (%)	2,64
Matéria mineral (%)	4,34
Cálcio (%)	0,93
Fósforo total (%)	0,48
Lisina (%)	0,85

¹ Composição química analisada dos alimentos: milho PB 8,6%; farelo de soja PB 45,25%; fosfato bicálcico Ca 23,96%, P 20,79%; calcário calcítico Ca 38,8%

² Conteúdo por kg: vit. A 2.000.000 UI, vit. D3 700.000 UI, vit. E 4.000mg, vit. K3 1000mg, Tiamina 400 mg, vit. B12-9000µg, vit. B6 700mg, B2 1500mg, Niacina 10000mg, Ác. Pantotênico 4500mg, Ác. Fólico 400mg, Biotina 70mg, Colina 60.000mg, Promotor de Crescimento 15.000mg, e Antioxidante 3.000mg.

³ Conteúdo por kg: Fe 53.000mg, Cobalto 176 mg, Iodo 1400 mg, Cu 15.000mg, Mg 40.000mg, Zn 75.000mg e Se 125mg

O período experimental foi de 12 dias, sendo 7 de adaptação dos animais às gaiolas e às rações experimentais e 5 para coleta de fezes e urina. Os ingredientes testados substituíram 30% da ração referência na base da matéria seca. A quantidade de ração fornecida em cada ensaio foi calculada com base no consumo de matéria seca e no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada animal, dentro do mesmo bloco experimental. Os métodos de coleta de fezes e urina e da utilização do marcador fecal foram realizados de acordo com FIALHO et al. (1979). Os valores dos coeficientes aparentes de digestibilidade da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB), energias digestível (ED) e metabolizável (EM) foram determinados de acordo com a fórmula de MATTERSON et al. (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da MS, PB, fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), extrato não nitrogenado (ENN), energia bruta (EB) dos diversos alimentos estudados encontram-se no Quadro 2.

A composição química e os valores de energia bruta dos alimentos se aproximaram daqueles relatados pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1988); EMBRAPA (1991); MOREIRA et al. (1994) e FERREIRA et al. (1997), com exceção do resíduo de bolacha maisena, cujos dados não foram encontrados para comparação na literatura.

Os valores obtidos para os índices de controle de qualidade, medidos na forma de atividade ureática, solubilidade da proteína e absorção de água para a SIES, SITV e MPG encontram-se no Quadro 3.

Os valores obtidos de 0,10 e 0,09 de atividade ureática respectivamente para a SIES e SITV evidenciam que esses ingredientes foram adequadamente processados e se encontram dentro do padrão recomendado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1989) para a comercialização do farelo de soja. FEDALTO et al. (1995) utilizando a soja integral processada pelo calor seco para leitões na fase inicial, verificaram que o ingrediente com 0,05 de urease proporcionou o melhor ganho de peso aos animais.

Quadro 2. Composição química e valores de energia bruta dos alimentos estudados¹

Alimento	MS %	PB %	EE %	MM %	FB %	ENN ² %	EB kcal/kg	Ca %	P %
Milho pré-gelatinizado	88,80	9,20	4,30	4,21	2,30	79,99	3960,0	0,04	0,22
Soja integral extrusão seca	94,38	38,81	20,85	4,64	5,71	29,99	5257,0	0,25	0,61
Soja integral tostada a vapor	91,57	37,58	20,61	4,71	5,82	31,28	5229,0	0,30	0,52
Resíduos de bolacha maisena	89,89	10,60	6,54	2,24	1,54	79,08	4076,0	0,06	0,28

¹ Análises realizadas no laboratório central da Guabi e Multimix, em Campinas e Universidade Federal de Lavras/MG.

² Extrato não nitrogenado obtido subtraindo a soma dos valores da PB, EE, MM e FB de 100.

Quadro 3. Índice de controle de qualidade dos alimentos estudados

Alimento	Atividade ureática ² Δ pH	Proteína solúvel em KOH %	Absorção de água %
Milho pré-gelatinizado	-	-	339,0
Soja integral extrusão seca	0,10	84,75	-
Soja integral tostada a vapor	0,09	83,20	-

¹ Análises realizadas no laboratório da MULTIMIX em Campinas/SP.

² Δ pH - diferença de pH.

Os resultados de proteína solúvel em KOH em média de 84% para sojas integrais caracterizam subaquecimento o que pode interferir no desempenho dos animais. Na literatura existem divergências com relação à definição do melhor valor para a proteína solúvel que represente o processamento adequado da soja integral ou farelo de soja. MOREIRA et al (1994) discutiram esses aspectos comparando vários produtos oriundos da soja. O índice obtido de 339,0 pelo MPG para a absorção de água, representa maior grau de gelatinização do amido, quando comparado ao milho comum, obtido por MOREIRA et al. (1994) com valor de 120.

As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), ED e EM podem ser observados no Quadro 4.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína dos alimentos estudados foram similares aos obtidos por EMBRAPA (1991) e MOREIRA et al. (1994). As ED e EM do MPG foram

semelhantes às obtidas por MOREIRA et al. (1994). Foram, entretanto, superiores em 2,5 e 9,7% aos obtidos por BARBOSA et al. (1989), e 13,9 e 16,5% aos encontrados MOREIRA et al. (1994), quando compararam o ingrediente ao milho comum. Comparado à tabela da EMBRAPA (1991), os valores foram de 3 e 6% maiores para o MPG, em relação ao milho comum, quando avaliado os dois tipos de energia.

Os valores de ED e EM da SIES e SITV foram semelhantes aos relatados por NOLAND et al. (1976), porém inferiores aos obtidos pela EMBRAPA (1991) e MOREIRA et al. (1994). Para os resíduos de bolacha não foram encontradas referências que permitissem a comparação dos resultados.

Para facilidade de utilização dos dados quando da formulação de rações para suínos, no quadro 5 são apresentados os valores de MS, matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), ED e EM dos alimentos estudados na base da matéria natural.

Quadro 4. Médias e erros padrão dos CDAMS, CDAPB, ED e EM dos alimentos estudados

Alimento	CDAMS %	CDAPB %	ED ¹ kcal/kg	EM ¹ kcal/kg
Milho pré-gelatinizado	88,45 ± 3,57	88,82 ± 2,14	4014,0 ± 113,0	3922,0 ± 56,0
Soja integral extrusão seca	89,89 ± 0,82	89,50 ± 1,19	4003,0 ± 34,7	3965,0 ± 35,1
Soja integral tostada a vapor	89,93 ± 0,73	91,62 ± 0,37	3904,0 ± 29,6	3862,0 ± 33,3
Resíduos de bolacha maisena	92,74 ± 0,35	90,61 ± 0,41	3741,0 ± 13,8	3688,0 ± 14,2

¹ Valores expressos na base da matéria seca

Quadro 5. Valores de MS, MSD, PD, ED e EM dos alimentos (matéria natural)¹

Alimento	MS %	MSD %	PD %	ED Kcal/kg	EM kcal/kg
Milho pré-gelatinizado	88,80	78,54	8,17	3564	3482
Soja integral extrusão seca	94,38	84,84	34,73	3778	3742
Soja integral tostada a vapor	91,57	82,35	34,43	3575	3536
Resíduos de bolacha maisena	89,89	83,36	9,60	3363	3315

¹ Valores médios obtidos com suínos com peso de 44,60 ± 4,26 kg correspondente à fase de crescimento

CONCLUSÕES

Os valores de ED e EM, em kcal de matéria natural, foram respectivamente 3564 e 3482 para o milho pré-gelatinizado; 3778 e 3742 para a SIES; 3575 e 3536 para a SITV e 3363 e 3315 para a RBM. Esses valores podem ser considerados quando da formulação de rações para suínos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, H. P. FIALHO, E. T. FREITAS, A. R. et al. Composição química, energética e proteína digestível de alguns alimentos para suínos. *B. Industr. anim., NovaOdessa*, v.46, n.1, p.99-112 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Padrões oficiais de matérias primas destinadas a alimentação animal. Brasília: 1989. 40 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3 ed. Concórdia: CNPSA, 1991. 97p. (Documentos, 14).
- FEDALTO, L. M. et al. Efeito do processamento da soja integral pelo calor seco sobre o desempenho de leitões na fase inicial. *Agrárias, Curitiba*, v.14, n.12, p.41-54, 1995.
- FERREIRA, E. R. A. FIALHO, E. T., TEIXEIRA, A. S. et al. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. *R. Soc. bras. Zoot., Viçosa:MG.*, v.26, n. 3, p. 514-523, 1997.
- FIALHO, E. T. ROSTOGNO, H. S., FONSECA, J. B. et al. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações a base de milho e sorgo com diferentes conteúdos de tanino para suínos. *R. Soc. bras. Zoot.; Viçosa:MG.*, v.8, n.3, p.386-397, 1979.
- GRAY, G. M. Starch digestion and absorption in nonruminants. *J. Nutr. Bethesda*, v.122, n.1, p.172-177, 1992.
- HALE, O. M., WILSON, D. M. Performance of pigs on diets containing heated or unheat corn with or without aflatoxin. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.48, n.6, p.1394-1400, 1979.
- HANCOCK, J. D., PEO Jr., E. R., LEWIS, A. J. et al. Effects of ethanol extraction and duration of heat treatment of soybean flakes on the utilization of soybean protein by growing rats and pigs. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.68, n.10 p.3233-3243, 1990.
- HERKELMAN, K. L. HODHOUSE, S. L. VEUM, T. L. et al. Effects of extrusion on the ileal and fecal digestibilities of lysine in yellow corn in diets for young pigs. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.68, n.8, p.2414-2424, 1990.
- KIDDER, D. E., MANNERS, M. J. Digestion in the pig. Kingston Press, 1978. 201 p.
- KNABE, D. A., LARUE, D. C., GREGG, E. J. et al. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs growing pigs. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.67, n.2, p.441-458, 1989.
- MAHAN, D. C., NEWTON, E. A. Evaluation of feed grains with dried skim milk and added carbohydrate sources on weaning pig performance. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.71, n.12, p.3376-3382, 1993.
- MATTERSON, L. D. et al. The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens. Connecticut, University of Connecticut, 1965. 11 p. (Research Report, 7).
- MOREIRA, I. ROSTOGNO, H. S., COELHO, D. T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. *R. Soc. bras. Zoot., Viçosa:MG.*, v.23, n.6, p.916-929, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL Committee on Animal Nutrition. Committee on Swine Nutrition. Nutrient requirement of swine., 9^{ed}, Washington.: National Academy of Sciences, 1988. 93 p.
- NOLAND, P. R. CAMPBELL, D. R., GAGER, K. et al. Evaluation of processed soybeans and grains in diets for young pigs. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.43, n.4, p.763-769, 1976.

- SHIELDS Jr, R. G. EKSTROM, K.E., MAHAN, D. C.
Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. *J. Anim. Sci., Champaign*, v.50, n.2, p.257-265, 1980.
- SIBBALDI, I. R. The effect of heat on the clearance time, true metabolizable energy, and true available amino acids of raw soybean flakes. *Poult. Sci., Champaign*, v.59, p.2358-2360, 1980.
- VANDER POEL, A. F. B. et al. Effect of infrared irradiation on extrusion processing of maize on its digestibility in piglets. *Anim. Feed. Sci. Technol., Amsterdam*, v.26, n.1/2, p.29-43, 1989.