

ENERGIA DIGESTÍVEL E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA E MATÉRIA SECA DO FENO DE PLANTAS AQUÁTICAS PARA SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO¹

FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO² E FERNANDO GOMES DE CASTRO JR.²

1. Pesquisa financiada pelo convênio IZ/CPFL/FUNDEPAG
2. Pesquisadores científicos, Instituto de Zootecnia/CPDZD/APTA/SAA.
E-mail: fbudino@iz.sp.gov.br

RESUMO

Foi realizado um experimento com o intuito de avaliar o feno de plantas aquáticas como ingrediente de dietas para suínos em crescimento. Utilizaram-se dez suínos de peso inicial de $28,85 \pm 2,95$ kg, distribuídos entre os tratamentos – ração-referência (RR) e ração-teste (RT) – sendo que a RT correspondeu a 80% da RR acrescida de 20% de feno de plantas aquáticas. Desenvolveu-se ensaio de di-

gestibilidade utilizando-se como marcador 1,0% de óxido férrico adicionado às dietas, e no sétimo dia deu início à coleta das fezes. O feno de plantas aquáticas apresentou os seguintes valores nutricionais de energia digestível: 812,26 kcal/kg; de proteína digestível: -2,38% e de matéria seca digestível: 12,90%.

PALAVRAS-CHAVES: Fibra, leitão, metabolismo.

ABSTRACT

DIGESTIBLE ENERGY AND APPARENT DIGESTIBILITY OF THE CRUDE PROTEIN AND DRY MATTER OF THE AQUATIC PLANTS HAY FOR GROWTH PHASE SWINE

An experiment was carried out to evaluate the use of the aquatic plants hay as ingredient of diets for growth swine. Ten swine with initial weight of 28.85 ± 2.95 kg were used, distributed among the treatments: ration reference (RR) and ration tests (RT), where RT corresponded to 80% of added RR of 20% of aquatic plants hay. The digestibility assay was

accomplished, being used as marker 1.0% of ferric oxide added to the diets and in the seventh day the collection of the feces was begun. The aquatic plants hay presented the following nutritional values of digestible energy: 812.26 kcal/kg; of digestible protein: -2.38% and of dry matter digestible: 12.90%.

KEY WORDS: Fiber, metabolism, pig.

INTRODUÇÃO

O milho, a cevada e/ou o trigo são os ingredientes de maior participação proporcional nas dietas de suínos em vários países. A produção de cereais, principalmente no Terceiro Mundo, não é

suficiente para suprir a crescente demanda da população humana. Por isso, o futuro da alimentação de espécies animais que utilizam fundamentalmente grãos de cereais, como é o caso dos suínos, deve ser reavaliada e atenção especial deve ser dada à habilidade desses animais em utilizarem

alimentos alternativos como fonte de energia não utilizável pelo homem e de baixo custo para o produtor (TEIXEIRA, 1995).

Alguns subprodutos são inevitavelmente obtidos durante a produção de cereais. É bastante provável, também, que, no futuro, cereais e outros alimentos serão necessários para o consumo humano, não podendo ser desviados desse destino. Resíduos da agricultura são tradicionalmente utilizados para muitos propósitos, dentre eles a alimentação de animais.

O custo da alimentação representa mais de 60% do total da produção de suíno, sendo a energia seu maior componente (NOBLET & PEREZ, 1993). Diante desse quadro, o efeito de dietas fibrosas sobre a fisiologia digestiva dos animais está gerando cada vez mais interesse, principalmente entre os não ruminantes, em que o conhecimento de microorganismos envolvidos na quebra da fibra é ainda limitado, em comparação com ruminantes (FONTY & GOUET, 1989).

O suíno é um animal não ruminante de ceco não funcional, ao contrário dos equinos, por exemplo, considerados de ceco funcional (CLOSE, 1994). Os componentes dietéticos da fibra são minimamente digeridos no intestino delgado de suínos, providenciando substrato para a fermentação microbiana no intestino grosso. Os principais produtos dessa fermentação são os ácidos graxos voláteis (AGV) propionato, butirato e acetato. A contribuição calórica dos AGV em suínos tem sido estimada em 5% a 28% das exigências em energia de manutenção, dependendo da frequência do consumo e do nível de fibra na dieta (NRC, 1998).

O suíno, ainda, é um dos melhores modelos para ser comparado ao homem quanto à digestão, sendo onívoro monogástrico, cujo trato digestivo posterior é bem desenvolvido, graças ao seu hábito alimentar (FONTY & GOUET, 1989). Porém, a presença de dieta fibrosa reduz significativamente a digestibilidade de todos os nutrientes; há redução no aproveitamento da energia, influenciando negativamente o crescimento e a eficiência da conversão alimentar, mas proporcionando uma carcaça mais magra (CLOSE, 1994).

A digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e de seus componentes é mais

acentuadamente afetada pelo tipo e quantidade de fibra na dieta variando a digestibilidade da fibra bruta (FB) de 25% a 66% em diferentes fontes. Aumento de consumo da FDN foi associado com significativo aumento do peso bruto de todos os segmentos gastrintestinais e aumento do comprimento do ceco (GOMES, 2006).

A possibilidade de se aumentar o uso de subprodutos e forragens de elevado teor fibroso na produção de suínos tem sido estudada por diversos pesquisadores e os resultados têm demonstrado que as porcas são mais aptas para utilizar fibra do que suínos desmamados ou em fase de crescimento/terminação (CLOSE, 1994). Os suínos jovens, em virtude do menor desenvolvimento do trato gastrintestinal, têm menor área para a disseminação da população microbiana, resultando em menor aproveitamento do alimento fibroso.

Ressalta-se, ainda, que há uma considerável capacidade de adaptação da morfologia e da microbiota do trato gastrintestinal desses animais às dietas fibrosas, sendo de grande importância para a intensidade de degradação da fibra a sua composição química e origem (TEIXEIRA, 1995).

Há, portanto, um potencial considerável para a incorporação de fontes de fibra e subprodutos em estratégias alimentares para suínos nos países em desenvolvimento, com economia e vantagem produtiva (CLOSE, 1994).

BERTO et al. (1988) estudaram a possibilidade da utilização de plantas aquáticas (*aguapé-Eichhornia crassipes Solms.*) no arraçoamento de suínos nas fases de crescimento e terminação. Quanto aos índices de desempenho, concluíram que a participação do aguapé em níveis crescentes até 20% diminuíram linearmente o ganho de peso, o consumo e a eficiência alimentar, mas a substituição de 7% poderia ser economicamente viável. Níveis crescentes de substituição até 20% reduziram significativamente o rendimento de carcaça, embora acarretem menores espessuras de toucinho.

A análise química e os testes alimentares são os primeiros itens para determinar o potencial e o valor nutritivo de um alimento fibroso. As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação quantificada

mediante a determinação de seus coeficientes de digestibilidade. A digestibilidade de uma ração e/ou alimento é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia nela contidos. A determinação da digestibilidade dos nutrientes de um ingrediente é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em rações para suínos (PEZZATO et al., 2004).

O presente estudo teve por objetivo determinar os coeficientes de digestibilidade do feno de plantas aquáticas (mistura de aguapé e gramíneas do gênero *Brachiaria*), o qual poderia ser utilizado para confecção de rações para suínos. Para isso, utiliza-se material proveniente de represas de companhias geradoras de eletricidade, que encontram problemas com a alta proliferação desses vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Sala de Metabolismo Animal pertencente ao Instituto de Zootecnia, Centro de P&D em Zootecnia Diversificada, Setor de Suinocultura.

A instalação destinada à realização de ensaios de digestibilidade é construída em alvenaria e possui dimensões de 20 x 6 m, com pé-direito de 3 m, fechada por todos os lados, sendo as laterais com janelas tipo *vitreaux* e forrada internamente com isopor para isolamento térmico. É equipada com três aparelhos condicionadores de ar, do tipo Split System, modelo RAS 402CS + RAS 403AC, com condensação de ar e capacidade de 4,0 TR.

Utilizaram-se dez suínos machos castrados, com peso inicial de $28,85 \pm 2,95$ kg, distribuídos em delineamento de blocos casualizados para correção das diferenças iniciais de peso, com dois tratamentos e cinco blocos, e um animal por gaiola metabólica (unidade experimental), semelhante àquelas descritas por PEKAS (1968).

Os tratamentos consistiram em uma ração-referência (RR) e uma ração-teste (RT), e suas composições percentuais como consta na Tabela 1. A RR foi formulada para atender às recomendações indicadas pelo NRC (1998) e composição dos ingredientes de acordo com (ROSTAGNO et

al., 2005). Compôs-se a RT por 80% da RR e 20% de feno de plantas aquáticas. Confeccionou-se o feno de plantas aquáticas pelo procedimento citado por DE LIMA (2007).

TABELA 1. Composição percentual das rações experimentais

Ingredientes, %	Ração-referência	Ração-teste
Milho (8%)	51,40	41,12
Farelo de soja (46%)	28,00	22,40
Açúcar	2,00	1,60
Bolacha triturada	15,00	12,00
Feno plantas aquáticas	-	20,00
Cálcáreo (37%)	0,72	0,57
Fosfato bicálcico (45%)	1,50	1,20
L-Lisina (98%)	0,30	0,24
L-Treonina	0,12	0,10
DL-Metionina (99%)	0,06	0,05
Sup. vitamínico ¹	0,40	0,32
Sup. mineral ²	0,10	0,08
Sal comum	0,40	0,32
Total	100	100

⁽¹⁾ Níveis nutricionais por kg da ração-referência: vitamina A - 5.000 UI; vit. D₃ - 1.000 UI; vit. E - 15 mg; vit. K₃ - 2 mg; vit. B₂ - 3,6 mg; vit. B₁₂ 14 µg; pantotenato de cálcio - 6 mg; niacina - 20 mg; biotina - 0,1 mg; colina - 100 mg; antioxidante - 50 mg.

⁽²⁾ Níveis nutricionais por kg da ração-referência: Fe - 80 mg; Cu - 70 mg; Mn - 40 mg; Zn - 80mg; Co - 720 µg; I - 1,68 mg; Se - 240 µg.

Os animais foram pesados antes e ao final do ensaio, que teve a duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação às gaiolas e às dietas e cinco dias de coleta. Os animais eram alimentados duas vezes ao dia (8:00h e 16:00h) à vontade e em seguida as sobras eram pesadas para a determinação do consumo.

Empregou-se como marcador fecal o óxido férrico (Fe₂O₃), na proporção de 1,0%, cuidadosamente misturado à ração oferecida a cada animal.

A coleta de fezes iniciou-se quando as fezes apresentaram coloração avermelhada intensa e uniforme, sendo feita no período da manhã. Após a pesagem das fezes, uma alíquota de 10% do total era armazenada em congelador (-10°C).

Terminado o período de coleta, o total de fezes de cada gaiola foi descongelado e homogeneizado. Retirou-se uma amostra, que pesava

entre 100 e 200 g, sendo colocada para secagem em estufa ventilada, a 60°C, por 72 horas. Após a secagem, expôs-se a amostra ao ar, para equilibrar com a umidade e temperatura do ambiente. Em seguida, foi pesada, moída e guardada em frascos fechados e identificados. Procedeu-se à determinação: da matéria seca das rações e das fezes em estufa a 105°C; do teor de nitrogênio e proteína bruta (%PB) das rações e das fezes pelo Método de Kjeldhal; da matéria mineral (%MM) por meio de resíduo da incineração da amostra em forno mufla a 500 – 550°C; do extrato etéreo (%EE) pelo método do resíduo de substâncias solúveis em éter de petróleo; e da fibra bruta (%FB) pelo método de hidrólise ácida e alcalina.

O extrativo não nitrogenado foi obtido pela equação $ENN = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE + \%FB)$. A energia bruta (EB) das rações utilizadas no experimento, bem como das amostras de fezes foram determinadas pela queima pressurizada com oxigênio em bomba calorimétrica (AOAC, 1975).

Todas as análises foram executadas no Laboratório de Bromatologia e Análises Mineraias do Instituto de Zootecnia.

Para a determinação dos valores de digestibilidade dos nutrientes do feno de plantas aquáticas desenvolveram-se os cálculos descritos por MATTERSON et al. (1965), com os valores médios dos nutrientes digestíveis das rações experimentais:

$$ND_{\text{feno}} = ND_{\text{ração-referência}} + \left\{ (ND_{\text{ração-teste}} - ND_{\text{ração-referência}}) / 0,2 \right\}$$

em que ND indica nutriente digestível e (0,2) indica o nível de inclusão do feno de plantas aquáticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da composição bromatológica das dietas experimentais, bem como do feno de plantas aquáticas utilizado no experimento, estão apresentados na Tabela 2. As médias de coeficientes de digestibilidade e de valores digestíveis das rações experimentais e do feno de plantas aquáticas são apresentados na Tabela 3.

Comparando-se os valores das análises bromatológicas (Tabela 2) do feno de plantas aquáticas

do presente estudo com dados da EMBRAPA, CNPSA (1991) para feno de aguapé, verificou-se que alguns valores estão próximos, como a MS, a PB, o EE, a FB e até mesmo a ED (Tabela 3). Em dados de outros autores (REZA & KHAN, 1981) cujas análises foram realizadas na planta toda ou em partes dessa, também se observa semelhança de valores com os aqui apresentados. Como o material testado neste experimento não apresenta somente o aguapé mas também outros vegetais, não é possível estabelecer uma comparação mais substancial, apesar da confiabilidade destes.

Como observado na Tabela 3, o feno de plantas aquáticas proporcionou redução no teor de energia digestível (16%), demonstrando que pode apresentar efeito negativo sobre a digestibilidade de outros ingredientes da dieta, visto também seu valor negativo de proteína digestível.

Em relação aos alimentos com alto teor de fibra, a capacidade de aproveitamento energético pelos suínos é muito variável, em decorrência da capacidade de fermentação da fibra presente (DIERICK et al., 1989), relacionada com o teor de fibra solúvel como a pectina, detectada na fração de hemicelulose dos alimentos (SILVA, 1990). Além disso, o valor energético de um alimento diminui com o aumento do teor de lignina (NOBLET & Le GOFF, 2001). Segundo DE LIMA (2007), o feno de plantas aquáticas possui 15,8% de lignina presente na fração fibra. Portanto, o valor de energia digestível do feno de plantas aquáticas tende a ser baixo, considerando-se seu alto teor de lignina e fibra bruta (30,61%). Além disso, verificou-se uma baixa digestibilidade do ENN (4,11%), provavelmente pela presença de celulose, hemicelulose e lignina nessa fração, o que dificulta o acesso das enzimas digestivas às frações mais disponíveis, como é o caso do amido e carboidratos solúveis.

Pelo mesmo motivo, a digestibilidade da proteína bruta do feno de plantas aquáticas também tende a ser muito baixa. Além disso, o valor negativo de proteína digestível observado (-2,38%) pode também ser devido ao aumento da excreção fecal de nitrogênio de origem microbiana observado quando altos níveis de fibra são acrescidos à dieta (ETIENE, 1987). No entanto, a

maior fermentação bacteriana é estimulada quando fibras solúveis são adicionadas à dieta, tendo menor impacto a inclusão de ingredientes ricos em lignina. Assim, a menor digestibilidade da proteína do feno de plantas aquáticas pode estar relacionada com aumento na excreção de nitrogênio endógeno dos animais, conforme observado por DIERICK et al. (1989) e SCHULZE et al. (1995), por causa da maior produção de muco pelas células intestinais como forma de defesa à abrasão provocada pela

presença de altos níveis de fibra na dieta (GOMES, 2006).

A menor digestibilidade encontrada na MM (2,60%) pode ser explicada pela alta concentração de sílica, nessa fração, advinda de areia presente nas raízes das plantas aquáticas ou até mesmo por contaminação na retirada, no transporte do material ou até mesmo no momento da confecção do feno.

TABELA 2. Composição bromatológica das rações experimentais e do feno de plantas aquáticas

Característica	Ração-referência ¹	Ração-teste	Feno de plantas aquáticas
Matéria seca, %	89,15	88,94	88,37
Energia bruta, kcal/kg	4533,37	4492,92	4135,12
Proteína bruta, %	25,61	22,59	11,42
Fibra bruta, %	4,00	9,68	30,61
Extrato etéreo, %	4,78	3,97	0,78
Extrato não nitrogenado, %	60,17	56,47	41,69
Matéria mineral, %	5,45	7,29	15,51

1. Ração-referência à base de milho e farelo de soja; ração-teste = 80% ração-referência + 20% de feno de plantas aquáticas.

TABELA 3. Médias de coeficientes de digestibilidade e de valores digestíveis das rações experimentais e do feno de plantas aquáticas

Item	Ração-referência ¹	Ração-teste	Feno de plantas aquáticas
Coeficiente aparente de digestibilidade, % (na MS)			
Matéria seca (MS)	87,95	73,43	-
Energia bruta (EB)	87,44	74,19	-
Proteína bruta (PB)	87,76	77,49	-
Fibra bruta (FB)	75,93	47,09	-
Extrato etéreo (EE)	82,10	80,70	-
Extrato não nitrogenado (ENN)	91,60	79,53	-
Matéria mineral (MM)	62,47	44,55	-
Valores nutricionais (na MS)			
MS digestível, %	78,40	65,30	12,90
Energia digestível, kcal/kg	3963,76	3333,46	812,26
Proteína digestível, %	22,47	17,50	-2,38
Fibra digestível, %	3,03	4,55	10,63
EE digestível, %	3,92	3,20	0,32
ENN digestível, %	55,11	44,91	4,11
MM digestível, %	3,40	3,24	2,60

1. Ração-referência à base de milho e farelo de soja; ração-teste = 80% ração-referência + 20% de feno de plantas aquáticas.

CONCLUSÕES

O feno de plantas aquáticas apresenta-se como um ingrediente eficiente para a redução do consumo energético pelos suínos, em virtude de seu conteúdo nutricional e de suas propriedades físicas. Animais de maior porte (fêmeas gestantes), provavelmente, se utilizam melhor desse alimento, pelo fato de possuírem um sistema digestivo mais amplo. Outras pesquisas devem ser realizadas para avaliar quais os níveis ótimos de inclusão do feno de plantas aquáticas na dieta de animais em crescimento/terminação e matrizes.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington: Willian Horwitz, 1975. 1094 p.
- BERTO, D. A.; GORNI, M.; MOURA, M. P.; MOURA-CAMARGO, J. C. M.; MARIUCHA, R. K. H. Feno de aguapé (*Eichhornia crassipes* Solms) no arraçoamento de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 45, n. 1, p. 165-174, 1988.
- CLOSE, W. H. Fibrous diets for pigs. **Pig News and Information**, v. 15, p. 65, 1994.
- De LIMA, J. A.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S. **Feno de plantas aquáticas na alimentação de ruminantes: consumo e digestibilidade**. Relatório Final, Projeto IZ/CPFL/FUNDEPAG, 2007. 44 p.
- DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 141-147, 1989.
- EMBRAPA-CNPISA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. ed. 1991. 97 p. Série Documentos, n. 19.
- ETIENNE, M. Utilization of high fibre and cereal by sow, a review. **Livestock Production Science**, Italy, v. 16, p. 229-241, 1987.
- FONTY, G.; GOUET, P. H. Fiber degrading microorganisms in the monogastric digestive tract. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 91-107, 1989.
- GOMES, J. D. F. ; FUKUSHIMA, R. S. ; PUTRINO, S. M. ; GROSSKLAUS, C. ; LIMA, G. J. M. M. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 202-209, 2006.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Reserch Report**, v. 7, n. 1, p. 11-14, 1965.
- NOBLET, J.; PEREZ, S. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3389-3398, 1993.
- NRC. NATIONAL RESERCH COUNCIL. **Nutrients requirements of swine**. 20. ed. Washington D.C.: National Academy Science, 1998.
- NOBLET, J.; LEGOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, p. 35-52, 2001.
- PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 27, n. 5, p. 1303-1306, 1968.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M., FURUYA, W. M, QUINTERO PINTO, L. G. Digestibilidade aparente da material seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum – Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.
- REZA, A.; KHAN, J. Water-hyacinth as cattle feed. **Indian Journal of Animal Science**, v. 51, n. 7, p. 702-706, 1981.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV-DZO, 2005. 186 p.
- SCHULZE, H.; LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72 p. 2362-2368, 1995.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 1990. 165 p.
- TEIXEIRA, E. W. Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. **Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 19-27, jan./mar. 1995.