Avaliação nutricional da casca de soja integral ou moída, ensilada ou não, para suínos em fase de crescimento

Arlei Rodrigues Bonet de Quadros^{1*}, Ivan Moreira², Diovani Paiano³, Cleber Rogério Ribeiro⁴, Nikychiella Silvestrim⁵ e Antônio Cláudio Furlan³

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, s/n. 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Zootecnia Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ⁴Bolsista AT-CNPq. ⁵Bolsista Iniciação Científica CNPq. *Autor para correspondência. E-mail: aquadros@smail.ufsm.br

RESUMO. Foi conduzido um experimento com 11 suínos híbridos, machos castrados, com peso vivo de $41,42 \pm 0,99$ kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, com quatro tratamentos em esquema fatorial 2×2 (moagem x ensilagem). Os alimentos avaliados foram: a casca de soja (CS) integral (CSI), CS moída (CSM), silagem de CSI (SCSI) e silagem de CSM (SCSM), que substituíram, com base na matéria seca (MS), 25% da ração referência e resultaram em quatro rações teste, sendo adicionado um inoculante enzimático microbiano nas silagens. Houve diferença somente para o CDPB em relação ao processamento da CS (ensilada = 68,08% e não ensilada = 59,44%). Conclui-se que a moagem e/ou ensilagem da CS, não tem efeito sobre a digestibilidade da MS, da MO, da EB, bem como sobre a metabolizabilidade da energia bruta. A ensilagem aumenta a digestibilidade da PB da casca de soja.

Palavras-chave: alimento alternativo, digestibilidade, inoculante, silagem, subproduto.

ABSTRACT. Nutritional evaluation of whole or grinder soybean hull, ensilaged or not, for growing pigs. An experiment was carried out using 11 crossbred pigs, barrows with body weight of 41.42 ± 0.99 kg. Pigs were allotted in metabolism cages, in a complete randomized design, in a split-plot design, with four treatments in a 2×2 (grinding x ensilage) factorial and two replicates. Soybean hull (SH) in the whole form (WSH), ground SH (GSH), WSH silage (WSHS) and GSH silage (GSHS), that replaced (based on dry matter) 25% of the reference diet, were evaluated resulting in four test diets. Enzymatic microbial inoculants were included in the silages production. Crude protein digestibility coefficient of soybean hull ensilage (68.08%) was higher than no silage (59.44%), regardless grinding. Results showed that grinding and/or ensilage do not modify dry matter, organic matter, and gross energy digestibility, as well as energy metabolism. The ensilage process increases the crude protein digestibility coefficient of soybean hull, regardless grinding.

Key words: alternative feedstuffs, by-products, digestibility, inoculants, silage.

Introdução

A utilização de um alimento, como ingrediente de rações, depende do seu potencial de produção, bem como do conhecimento do seu valor nutricional. O valor nutritivo de um alimento varia com os teores de nutrientes nele contidos, com a sua digestibilidade, com os produtos de sua digestão e também com a quantidade consumida pelos animais.

Um dos principais objetivos da produção animal é a transformação de alimentos menos palatáveis, e de qualidade inferior, em alimentos de alto valor nutricional. A constante busca por parte dos nutricionistas em formular rações mais eficientes e economicamente viáveis aumenta a necessidade de

pesquisas concernentes à composição química e valores energéticos dos alimentos, o que permite que os objetivos almejados na formulação de rações possam ser atendidos (Rodrigues *et al.*, 2002).

O Brasil exporta farelo de soja de elevado teor protéico ("High-Protein") e baixo nível de fibra, o que gera um grande volume de casca de soja (CS). Existe, ainda, o resíduo de limpeza da soja que pode, em determinadas situações, ser incorporado à CS. Este subproduto é rico em fibras ($\pm 45\%$ de FDA), sendo, por isso, pobre em energia, porém apresenta em média 13% de PB que supera o valor protéico do milho (Gentilini e Lima, 1996). Dessa forma, surgiu o interesse do uso de CS na alimentação de suínos,

ainda que em quantidades controladas.

Existe grande potencial quantitativo de uso da CS na alimentação animal. A safra 2004/2005 produziu, em todo o Brasil, mais de 50 milhões de toneladas de soja (Conab, 2005). Considerando que a CS representa sete a oito por cento do peso do grão de soja (Restle *et al.*, 2004), foram produzidas aproximadamente 3,7 milhões de toneladas de CS.

Como forma alternativa de armazenagem desse subproduto (CS) nas propriedades, a ensilagem pode mostrar-se eficiente. Nesse processo, basicamente, os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação dos microrganismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação (Pereira e Reis, 2001). A ensilagem, segundo Costa *et al.* (2001), pode favorecer a disponibilização de nutrientes, por meio da quebra parcial da parede celular dos alimentos ensilados. Assim, é esperada uma maior digestibilidade de alimentos fibrosos após sua ensilagem. Aliado a isso, Jobim e Branco (2002) relataram que a adição de inoculante ao material ensilado permite a obtenção de produto final de qualidade superior.

A eficiência de digestão dos alimentos pode ser influenciada pela superfície de exposição às secreções digestivas, bem como pela velocidade de passagem pelo trato gastrointestinal dos suínos. Então, a digestibilidade e o valor energético dos alimentos estão relacionados com sua granulometria, que depende, entre outros fatores, do diâmetro dos furos da peneira utilizada no processo de moagem e pode ser medida por meio do diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas (Kutschenko, 2004).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o valor nutricional da CS na forma integral ou moída, ensilada ou não, para suínos na fase de crescimento.

Material e métodos

Foram utilizados 11 suínos híbridos, machos castrados, com peso vivo inicial de $41,42 \pm 0,99$ kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968). O ensaio constou de um período de doze dias de adaptação às gaiolas, às dietas e ao manejo, seguido por dois períodos consecutivos de cinco dias de coleta de fezes e urina.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, com quatro tratamentos, em esquema fatorial 2 x 2 (moagem x ensilagem). Cada período de coleta foi considerado

uma subparcela. A unidade experimental foi constituída por um suíno na gaiola e, assim, cada alimento-teste contou com quatro repetições, sendo duas em cada período e a ração referência teve três repetições em cada período.

A casca de soja foi adquirida da Cooperativa Agroindustrial de Maringá – Cocamar. Esta CS é denominada de “CS suja”, pois contém, além da CS, grãos de soja quebrados, pedaços de vagens, de caule e sementes de invasoras.

Os alimentos avaliados foram a CS integral (CSI), CS moída (CSM), silagem de CSI (SCSI) e silagem de CSM (SCSM). Estes substituíram, com base na matéria seca (MS), 25% da ração referência (RR) resultando em quatro rações-teste (RT).

Para obtenção da CSM, utilizou-se um moinho de martelos (28 martelos), com peneira com furos de 2,5 mm. A SCSI foi obtida com a adição de 20% de água e inoculante enzimático microbiano (Katec[®]) na dosagem recomendada para ensilagem de volumosos (4 g ton^{-1}) e, posteriormente, ensilada em tambores de polietileno com capacidade para 200 litros. Processo semelhante foi feito para a SCSM.

A RR foi formulada, para atender os níveis nutricionais sugeridos pelo NRC (1998) para suínos com 45 kg de peso vivo. Para a composição química e valores energéticos dos ingredientes utilizou-se às tabelas de Rostagno *et al.* (2000). A Tabela 1 apresenta a composição centesimal da ração referência.

Tabela 1. Composição centesimal da ração referência (matéria natural).

Table 1. Centesimal composition of basal diet (as-fed basis).

Ingredientes <i>Ingredients</i>	%
Milho moído <i>Grinded corn</i>	72,81
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	24,40
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,87
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,63
Sal iodado <i>Salt</i>	0,57
L-Lisina HCl <i>L-Lysine HCl</i>	0,05
Suplemento vitamínico e mineral ¹ <i>Vit. + min. Premix</i>	0,57
Promotor de crescimento ² <i>Growth promoter</i>	0,10
Total	100,00

¹Suplemento vitamínico mineral para suínos em crescimento. Composição por kg do produto: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D₃=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K₁=375,0 mg; Vit. B₁=250,0 mg; Vit. B₂=1.000,0 mg; Vit. B₆=500,0 mg; Vit. B₁₂=5.000,0 mcg; Ácido Nicotínico = 5.000,0 mg; Ácido Pantotênico = 5.000,0 mg; Biotina = 17,5 mg; Ácido Fólico = 150,0 mg; Colina = 30.000,0 mg; Ferro = 25.000,0 mg; Cobre = 37.500,0 mg; Zinco = 25.000,0 mg; Manganês = 10.000,0 mg; Selênio = 75,0 mg; Iodo = 375,0 mg; Antioxidante = 4,0 g; Veículo q.s.p. = 1.000,0 g; ²Tylan, composição por kg do produto: fosfato de tilosina- 10 g; veículo q.s.p.- 100 g.

³Vitaminic and mineral premix for growing pigs. Composition per kg of product: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D₃=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K₁=375,0 mg; Vit. B₁=250,0 mg; Vit. B₂=1.000,0 mg; Vit. B₆=500,0 mg; Vit. B₁₂=5.000,0 mcg; Nicotinic Acid = 5.000,0 mg; Acid Pantotenic = 5.000,0 mg; Biotin = 17,5 mg; Folic Acid = 150,0 mg; Colina = 30.000,0 mg; Iron = 25.000,0 mg; Copper = 37.500,0 mg; Zinc = 25.000,0 mg; Manganese = 10.000,0 mg; Selenium = 75,0 mg; Iodine = 375,0 mg; Antioxidant = 4,0 g; Vehicle q.s.p. = 1.000,0 g. ⁴Composition per kg of product: tylosina phosphate; vehicle q.s.p.- 100 g.

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo 55% às 8h00min e 45% às 16h30min. A quantidade total diária foi pré-estabelecida de acordo com o consumo dos animais na fase de adaptação, baseada no peso metabólico ($PV \cdot kg^{0,75}$) de cada unidade experimental.

No segundo período de coleta, o fornecimento de ração foi aumentado em 8% para ajustar o consumo ao peso dos animais. A CSI, a CSM e as silagens eram misturadas à RR no momento do arraçoamento. Antes do fornecimento, as rações foram umedecidas com 25% de água em relação à quantidade total de ração de cada animal.

A água foi fornecida no próprio comedouro, após cada refeição, na proporção de 3,0 mL g^{-1} de ração. Utilizou-se o método de coleta total de fezes, com a adição de 2% de óxido férrico (Fe_2O_3) às rações como marcador do início e fim da coleta de fezes de cada período.

As fezes foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer. Posteriormente, foram descongeladas e homogeneizadas, sendo retiradas duas amostras de 350 g, que foram secadas em estufa de ventilação forçada (55°C) e moídas para posteriores análises laboratoriais.

A urina foi coletada diariamente em baldes plásticos, contendo 20 mL de solução de HCl (1:1). Diariamente eram retiradas alíquotas de 10% do volume total produzido, filtradas, identificadas em frascos e acondicionadas em freezer para posteriores análises laboratoriais.

Os teores de energia bruta das rações, cascas, silagens, fezes e urina foram determinados em bomba calorimétrica adiabática (Parr Instrument Co., 1984). A composição química dos alimentos, rações e fezes foi determinada conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

A análise de inibidor de tripsina foi realizada no Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL (Campinas, Estado de São Paulo), conforme metodologia descrita por Rackis *et al.* (1974). A granulometria das cascas foi determinada segundo a metodologia descrita por Zanotto e Bellaver (1996). A análise de micotoxinas foi realizada no laboratório de micotoxinas (Lamic) da Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

A CS foi adquirida a granel e posteriormente ensacada, sendo que de cada saco foi coletada uma amostra. Todo o material coletado foi homogeneizado e deste foram obtidas 10 amostras (10 gramas cada) para a realização da separação física. Com auxílio de lupa, pinça e pincel, as amostras de CS foram separadas em cinco frações (casca, grão de

soja, sementes de invasoras, pedaços de caule/vagens e finos). Foi considerada como sendo fração finos (<600 μm) aquela formada por pequenos fragmentos de casca, grãos, pó e outras impurezas de difícil separação em função de seu tamanho reduzido. Estas frações foram pesadas e foi analisado seu conteúdo em matéria mineral.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos-teste foram calculados, considerando o método de coleta total de fezes e urina, segundo Fialho *et al.* (1979) e Moreira *et al.* (1994). Os teores de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) dos alimentos foram calculados utilizando a fórmula de Matterson *et al.* (1965).

O CDMS, CDMO, CDPB, CDEB e CMEB dos alimentos avaliados foram submetidos à análise de variância com auxílio do pacote estatístico SAS (SAS, 2000), de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ij} + P_k + TP_{ik} + d_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = coeficiente de digestibilidade da MS, PB, MO, EB e o coeficiente de metabolização da energia bruta observado para o alimento i , na unidade experimental j , no período k ; μ = constante associada a todas as observações; T_i = efeito do tipo de alimento i , sendo $i = 1; 2; 3; 4$ (1 = CSI; 2 = CSM; 3 = SCSi e 4 = SCSM); e_{ij} = erro aleatório associado ao animal j ou efeito do animal j dentro do tratamento i (A/T_{ij}); P_k = efeito do período ($k = 1$ ou 2); TP_{ik} = efeito da interação do tratamento i com o período k ; d_{ijk} = erro aleatório associado à sub parcela ou período. As médias dos coeficientes de digestibilidade, para cada fator, foram comparadas pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Resultados e discussão

Os valores referentes à composição físico-química e energética da CSI, da CSM, da SCSi e da SCSM, na matéria natural (MN) são apresentados na Tabela 2.

A composição físico-química e energética da CS deste estudo é diferente da apresentada por Gentilini e Lima (1996), que encontraram valores inferiores de MS (87,94%), de energia bruta (3.632 kcal kg^{-1}), de PB (13,17%), de cinzas (3,76%), de Ca (0,44%) e de P (0,14%). Esses autores, entretanto, encontraram maior valor para a atividade ureática (0,35). Por

outro lado, Chee *et al.* (2005) verificaram valor de 0,1 para a atividade ureática e valores similares aos deste estudo para minerais (Ca=0,6% e P=0,2%), FB (32,5%), FDA (36,8%) e FDN (52,9%), porém a PB foi inferior (11,1%).

A composição química da CS deste estudo é similar à verificada por Kutschenko (2004) para CS moída (2,0 mm). Também, Nakamura e Owen (1989) obtiveram valores semelhantes de PB (16,00%), de FDN (57,6%) e de FDA (43,0%).

A composição química da CS pode sofrer variação em função dos processos usados na obtenção da mesma e altera conforme a variedade e condições de cultivo da soja, região e época de colheita, regulagem das colheitadeiras, tipo de colheita, quantidade de resíduos de limpeza da soja incorporado e também com os critérios usados para misturar cascas oriundas do processo de extração do óleo.

Tabela 2. Composição física, química e energética da casca de soja integral (CSI), moída (CSM) e ensilada integral (SCSI) e moída (SCSM) - (matéria natural).

Itens Items	Alimentos na MN (na MS) Feeds - As fed basis (DM)			
	CSI	CSM	SCSI MS-DM	SCSM MS-DM
Matéria seca-MS, % Dry matter-DM, %	91,84	90,37	67,69 (91,84)	65,59 (90,37)
Matéria orgânica, % Organic matter, %	94,25	94,25	64,45 (95,21)	62,09 (94,66)
Energia bruta, kcal kg ⁻¹ Gross energy, kcal kg ⁻¹	3.806	3.804	2.779 (3.770)	2.640 (3.637)
Proteína bruta, % Crude protein, %	15,49	15,69	11,62 (15,76)	10,72 (14,77)
Solubilidade da proteína em KOH, % KOH Protein solubility, %	74,68	78,17	48,34 (67,69)	61,44 (84,65)
Atividade ureática Urease activity	0,32	0,22	0,01	0,00
Cálcio total, % Total Ca, %	0,52	0,52	0,37 (0,50)	0,36 (0,50)
Fósforo total, % Total P, %	0,29	0,28	0,23 (0,31)	0,21 (0,29)
Matéria mineral, % Ash, %	5,75	5,75	4,65 (6,31)	4,39 (6,05)
Fibra bruta, % Crude fiber, %	30,44	30,44	21,66 (29,39)	21,38 (29,46)
Fibra em detergente ácido, % Acid detergent fiber, %	42,09	42,09	29,38 (39,86)	29,81 (41,07)
Fibra em detergente neutro, % Neutral detergent fiber, %	56,47	56,47	41,62 (56,46)	40,98 (56,46)
pH	na	na	4,6	4,5
pH				
Diâmetro geométrico médio ¹ Geometric mean particle size ¹ , µm	2239,8	419,3	na	na
Inibidor de tripsina ² , UIT g ⁻¹ Tripsin inhibitor units ² , TIU g ⁻¹	1820,1	1820,1	na	na
Micotoxinas ³ Mycotoxins ³	ND	ND	na	na

¹Diâmetro geométrico médio; ²Unidades de inibidor de tripsina g⁻¹; na = não analisado; ³Aflatoxina B1, B2, G1 e G2; Zearalenona; ND = não detectado - < limite de quantificação.

¹Geometric mean particle size, µm; ²Tripsin inhibitor units, TIU g⁻¹; na = no analyzed; ND = no detected - < quantification limit.

Há poucos trabalhos que avaliam nutricionalmente a CS, quer seja por meio de ensaios de digestibilidade ou de testes de

desempenho com suínos. Além disso, trata-se de um subproduto com grandes variações em sua composição físico-química. Assim, a comparação de resultados, muitas vezes, torna-se pouco consistente. Nos Estados Unidos, por exemplo, Cole *et al.* (1999) observaram variação de 9,2 a 18,7% nos teores de PB da CS proveniente de nove diferentes regiões daquele país. Por outro lado, não foi encontrado na literatura corrente, nenhum trabalho que aborde o uso de CS na forma de silagem para suínos.

A solubilidade da PB em KOH (0,2%), com exceção da SCSI, ficou dentro de uma faixa ideal (70 a 85%), conforme Araba e Dale (1990a) e Parsons (2000). O valor de 67,69%, entretanto, está muito próximo da faixa de valores recomendados para uso comercial. No entanto, Parsons *et al.* (1991) consideram 60% como um valor crítico de solubilidade. Segundo Araba e Dale (1990a e b) e Jorge Neto (1992), valores inferiores podem indicar super aquecimento e os superiores subaquecimento da soja durante o processamento. O superprocessamento pode indisponibilizar a lisina e reduzir os valores de EM.

Com relação à atividade ureática, que é uma medida indireta da presença de fatores antinutricionais da soja, os valores observados para a CSI e CSM (0,32 e 0,22) encontram-se acima da faixa ideal (0,05 a 0,2) para os Estados Unidos, de acordo com Parsons (2000). No Brasil, recomendam-se valores de atividade ureática de 0,05 a 0,30 para o farelo de soja (Anfar, 1985). Na SCSM, a atividade ureática foi nula e na SCSI foi mínima. Uma possível explicação para isto pode ser que no processo de fermentação, que ocorre na ensilagem, houve elevação de temperatura dentro do silo, o que pode ter desnaturado a urease, que é uma enzima termolábil, semelhante ao inibidor de tripsina.

Gentilini e Lima (1996) afirmam que a atividade ureática da casca de soja pode ser reduzida desde que seja evitada a presença de pedaços de grãos de soja nesse subproduto, visto que a casca não apresenta relação importante com este parâmetro.

A quantificação dos inibidores de tripsina está em conformidade com dados relatados por Anderson-Haferman *et al.* (1992), evidenciando uma estreita correlação com os valores da atividade ureática. Esses autores observaram 2.179 unidades de inibidores de tripsina - UIT g⁻¹ para uma atividade ureática de 0,2.

Um critério simples para avaliar a qualidade das silagens é a associação dos valores de pH ao teor de MS. Em silagens com alto teor de MS, o valor de pH é menos importante, podendo-se obter silagem de boa qualidade, mesmo com valores de pH mais altos (Evangelista e Lima, 2001). Neste estudo,

considerando que o teor de MS das silagens foi elevado, o pH em torno de 4,5 permaneceu numa faixa aceitável.

A Tabela 3 apresenta a composição percentual de constituintes e a matéria mineral referente às frações das amostras do subproduto casca de soja. A grande quantidade de cinzas da fração finos em comparação às demais é decorrente, provavelmente, da presença de solo nesse subproduto.

Tabela 3. Percentagem e matéria mineral (cinzas) das frações das amostras da casca de soja (na matéria natural).

Table 3. Percentage and ash of soybean hull fractions (as-fed basis).

Frações Fractions	%	Cinzas, % Ash, %
Casca de soja Soybean hull	57,25	4,86
Grão de soja Soybean grain	8,04	6,09
Semente de invasoras Invader seed	2,31	6,99
Pedaços de caule/paus/vagens Stem pieces	14,26	7,19
Finos, < 600 µm Fine, < 600 µm	18,13	15,77

A Tabela 4 ilustra a distribuição da amostra (CS) conforme o número das peneiras. A maior parte do material (61,55%) ficou retida nas peneiras de número 5 e 10 (partículas grossas). As partículas médias totalizaram 27,38% e as finas 11,06%. Ao contrário deste estudo, Gentilini e Lima (1996) observaram maior retenção de partículas nas peneiras de número 16 e 30. Esses autores provavelmente trabalharam com uma casca de soja considerada “limpa”.

Tabela 4. Distribuição da amostra (CS) nas peneiras.

Table 4. Distribution of samples in sieves.

Nº das peneiras Sieves numbers	Tipo de partículas Particle type	Grau de abertura, mm Opening degree, mm	Material retido, % Retained material, %
5	Grossas Coarse	4,00	19,87
10	Grossas Coarse	2,00	41,68
16	Médias Medium	1,20	18,98
30	Médias Medium	0,60	8,40
50	Finas Fine	0,30	4,76
100	Finas Fine	0,15	3,67
Fundo Bottom	Finas Fine	-	2,62

Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, da EB e de metabolizabilidade da EB são apresentados na Tabela 5.

O processo de moagem ou ensilagem não influenciou ($p > 0,05$) a digestibilidade de nenhum dos nutrientes estudados, com exceção da PB. A digestibilidade da PB foi melhor ($p < 0,05$) para as

cascas ensiladas (68,08 vs 59,44%), independente de serem moídas ou não. Uma explicação para esta diferença reside no fato de que o processo de ensilagem pode favorecer a disponibilização de nutrientes pela quebra parcial da parede celular dos alimentos ensilados (Costa *et al.*, 2001), e pelas alterações que ocorrem durante o processo de fermentação (Evangelista e Lima, 2001). Por outro lado, a adição de inoculante nas cascas ensiladas pode ter melhorado a qualidade final das silagens, conforme relatado por Jobim e Branco (2002).

Tabela 5. Médias e erros-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), da casca de soja integral, moída e ensilada (na matéria natural)¹.

Table 5. Means and standard error of dry matter apparent digestibility coefficient (DMDC), organic matter (OMDC), crude protein (CPDC), gross energy (GEDC) and, metabolizability coefficient of gross energy (GEMC), of whole, ground and soybean hull silage (as-fed basis).

	Casca de soja Soybean hull		Média ± EP ² Means ± SEM
	Integral Whole	Moída Ground	
CDMS, % DMDC, %			
Ensilada Silage	72,13	72,15	72,14 ± 4,71
Não ensilada No silage	73,82	70,60	72,21 ± 3,87
Média ± EP Means ± SEM	72,81 ± 2,30	71,38 ± 1,93	72,18 ± 2,12
CDMO, % OMDC, %			
Ensilada Silage	75,68	76,33	75,94 ± 4,51
Não ensilada No silage	77,09	73,99	75,54 ± 3,76
Média ± EP Means ± SEM	76,39 ± 2,16	75,16 ± 1,87	75,77 ± 1,82
CDPB, % CPDC, % ³			
Ensilada Silage	70,32	65,85	68,08 ^a ± 6,37
Não ensilada No silage	61,50	57,39	59,44 ^b ± 4,16
Média ± EP Means ± SEM	65,91 ± 3,11	61,62 ± 3,31	63,76 ± 3,31
CDEB, % GEDC, %			
Ensilada Silage	73,43	72,17	72,80 ± 4,62
Não ensilada No silage	71,74	68,96	70,35 ± 4,22
Média ± EP Means ± SEM	72,58 ± 2,39	70,56 ± 2,06	71,57 ± 2,25
CMEB, % GEMC, %			
Ensilada Silage	69,93	67,69	68,81 ± 4,47
Não ensilada No silage	65,88	65,94	65,91 ± 4,56
Média ± EP Means ± SEM	67,90 ± 2,76	66,81 ± 1,73	67,36 ± 2,33

¹Valores de MS da silagem de CS moída = 65,59% e da SCSi = 67,69%; ²EP = Erro padrão da média; ³Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste F ($p < 0,05$).

¹Dry matter values of whole soybean hull silage = 67,69% and of ground = 65,59%; ²Standard error deviation.

A redução no tamanho das partículas dos alimentos fibrosos, de maneira geral, melhora a

digestibilidade dos nutrientes (Kutschenko, 2004). Neste estudo, isto não foi confirmado. A idade dos animais e o peso podem ter reduzido a diferença entre a digestibilidade da CSI e CSM, considerando que a digestibilidade da fibra aumenta com a idade e peso dos suínos. Por outro lado, é necessário fazer distinção entre as fibras, em função de sua composição química. A CS e o farelo de trigo são alimentos fibrosos, porém a CS possui grande quantidade de pectina que é altamente digestível.

Segundo Noblet e Le Goff (2001), a habilidade do suíno para digerir fibra dietética varia com sua idade ou peso vivo. O tamanho do intestino grosso aumenta proporcionalmente ao peso corporal reduzindo, conseqüentemente, a taxa de passagem da digesta e prolongando o tempo de fermentação dos resíduos procedentes do íleo. Essas alterações, associadas ao peso final dos animais (56,56 kg), podem ter contribuído para minimizar diferenças entre a digestibilidade da CS integral e da CS moída.

A Tabela 6 apresenta os valores dos nutrientes digestíveis (MSD, MOD, ED e PD) e também da EM da CS integral, moída, ensilada e não ensilada.

Valores de energia inferiores aos obtidos são reportados por Gentilini *et al.* (1997). Esses autores encontraram valores de 2.333 kcal de ED kg⁻¹ e 2.188 kcal de EM kg⁻¹ para casca de soja crua e 2.248 kcal de ED kg⁻¹ e 2.164 kcal de EM kg⁻¹ para a casca de soja tostada. Também, Kornegay (1978) obteve valores inferiores de ED (2.070 kcal kg⁻¹) e EM (1.870 kcal kg⁻¹) para a casca de soja.

Valores de ED para a CS de 2.420 kcal kg⁻¹ foram obtidos por Chee *et al.* (2005). Esses autores observaram ainda, coeficientes de digestibilidade da MS de 71,1% e da PB de 50,3%. O CDMS foi semelhante ao encontrado no presente estudo (70,60%) para a casca moída não ensilada, porém, a ED foi 8% superior (2.624 kcal de ED kg⁻¹) e o CDPB foi 14% superior (57,39).

A grande variação que ocorre na digestibilidade dos nutrientes da CS, entre diferentes trabalhos, pode estar relacionada com a sua composição físico-química (particularmente conteúdo e tipo de fibra) e outros contaminantes (pedaços de caule, vagens e sementes de invasoras, por exemplo). Também o peso, a idade (animais jovens vs animais adultos) e a genética dos animais podem influenciar a digestibilidade (Noblet e Le Goff, 2001 e Kutschenko, 2004).

Tabela 6. Valores médios de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), da casca de soja integral, moída e ensilada (na matéria natural).^{1,2}

Table 6. Means value of digestible dry matter (DDM), digestible organic matter (DOM), digestible protein (DP), digestible energy (DE) and, metabolizable energy (ME), of soybean hull whole, grinded and silage (as-fed basis).

	Casca de soja Soybean hull		Média Means
	Integral Whole	Moída Grinded	
	MSD, %		
	DDM, %		
Ensilada Silage	48,82	47,32	48,07
Não ensilada No silage	67,80	63,80	65,80
Média Means	58,31	55,56	56,93
	MOD, %		
	DOM, %		
Ensilada Silage	70,69	71,01	70,85
Não ensilada No silage	72,66	69,74	71,20
Média Means	70,37	71,67	71,02
	PD, %		
	DP, %		
Ensilada Silage	8,17	7,06	7,61
Não ensilada No silage	9,53	9,00	9,26
Média Means	8,85	8,03	8,44
	ED, kcal kg ⁻¹		
	DE, kcal kg ⁻¹		
Ensilada Silage	2,011	1,874	1,942
Não ensilada No silage	2,730	2,624	2,677
Média Means	2,370	2,249	2,309
	EM, kcal kg ⁻¹		
	ME, kcal kg ⁻¹		
Ensilada Silage	1,908	1,750	1,829
Não ensilada No silage	2,507	2,509	2,508
Média Means	2,207	2,129	2,168

¹Valores de MS da silagem de CS integral = 67,69% e da moída = 65,59%; ²Não houve diferenças estatísticas pelo teste F (p>0,05).

³Dry matter values of soybean hull whole silage = 67,69% and grinded = 65,59%.

Conclusão

A moagem e/ou ensilagem da casca de soja não afeta a digestibilidade da MS, da MO, da EB, bem como a metabolizabilidade da energia, entretanto, a ensilagem melhora a digestibilidade da PB da casca de soja.

Referências

- ANDERSON-HAFERMAN, J.C. *et al.* Effect of heating on the nutritional quality of Kunitz-trypsin-inhibitor-free and conventional soybeans for chicks. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 71, p. 1700-1709, 1992.
- ANFAR-Associação Nacional dos Fabricantes de Rações – *Matérias-primas para a alimentação animal*. 4. ed. São Paulo: Anfar, 1985.
- ARABA. M.; DALE. N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poult. Sci.*,

- Savoy, v. 69, n. 1, p. 76-83, 1990a.
- ARABA, M.; DALE, N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing soybean meal. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 69, n. 10, p. 1749-1752, 1990b.
- CHEE, K.M. *et al.* Comparative feeding values of soybean hulls and wheat bran for growing and finishing swine. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, Melbourne, v. 18, n. 6, p. 861-867, 2005.
- COLE, J.T. *et al.* Soybean hulls as a dietary fiber sources for dogs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 77, p. 917-924, 1999.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. *Soja Séries Hist.*, CONAB 2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/sojaseriehist.xls>>. Acesso em: 16 set. 2005.
- COSTA, C. *et al.* Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 87-126.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 177-217.
- FIALHO, E.T. *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. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 386-397, 1979.
- GENTILINI, F.P.; LIMA, G.M.M. Análise microscópica e determinação da atividade ureática dos componentes do subproduto casca de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996. Fortaleza. *Anais ...* Fortaleza: SBZ, 1996. p. 260-262.
- GENTILINI, F.P. *et al.* Valores de energia da casca de soja crua e tostada obtidos com suínos. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. ABRAVES. 8., 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Abrates, 1997. p. 375-376.
- JOBIM, C.C.; BRANCO, A. F. Influência da qualidade de forragens conservadas sobre a produção e qualidade do leite de vacas. In: SANTOS, G.T. *et al.* (Ed.). *Sul Leite – Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil*. Maringá: Eduem, 2002. p. 77-96.
- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avic. Suinoc. Indl.*, Porto Feliz, n. 988, p. 4-15, 1992.
- KORNEGAY, E.T. Soybean hulls for growing, finishing swine. *Feedstuffs*, Minnetonka, p. 24-26, 1978.
- KUTSCHENKO, M. *Efeito de diferentes graus de moagem da casca de soja sobre a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho de suínos na fase inicial*. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.
- MATTERSON, L.D. *et al.* *The metabolizable energy of feed ingredients for chickens*. Storrs: University of Connecticut - Agricultural Experiment Station, 1965. p. 11-14. (Research Report, 7).
- MOREIRA, I. *et al.* Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados pelo calor. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 23, p. 916-929, 1994.
- NAKAMURA, T.; OWEN, F.G. High amounts of soybean hulls for pelleted concentrate diets. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 72, p. 988-994, 1989.
- NOBLET, J.; LE GOFF, G. Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pips. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 90, p. 35-52, 2001. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci>>. Acesso em: 20 mai. 2005.
- NRC–National Academy of Science. *Nutrient requirements of swine*. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy, 1998.
- PARR INSTRUMENTS CO. *Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters*. Moline, 1984. (Parr Manual, 153).
- PARSONS, C.M. *et al.* Soybean protein solubility in potassium hydroxide: An in vitro test of in vivo protein quality. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 71, p. 133-140, 1991.
- PARSONS, C.M. Assessment of nutritional quality of soy products for animals. In: DRACKLEY, J.K. (Ed.). *Soy in animal nutrition*. Illinois: Federation of Animal Science Societies, 2000. p. 90-105.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 27, n. 5, p. 1303-1309, 1968.
- PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 64-86.
- RACKIS, J.J. *et al.* Problems encountered in measuring trypsin inhibitor activity of soy flour. Report of a collaborative analysis. *Cereal Sci. Today*, Minneapolis, v. 19, n. 11, p. 513-515, 1974.
- RESTLE, J. *et al.* Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1009-1015, 2004.
- RODRIGUES, P.B. *et al.* Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H.S. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos;*

composição de alimentos e exigências nutricionais. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2000.

SAS-Institute. SAS/STAT®. *User's guide: statistics*. versão 8.1. 4. ed. v. 2, Cary, 2000.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos*. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C.N. *Métodos de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves*. Concórdia: CNPSA-Embrapa, 1996. p. 15. (Comunicado técnico, 215).

Received on May 19, 2006.

Accepted on October 23, 2006.