

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA CASCA DE SOJA, NAS  
FORMAS INTEGRAL OU MOÍDA, ENSILADA OU NÃO,  
PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E  
TERMINAÇÃO

Autor: Arlei Rodrigues Bonet de Quadros  
Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

Tese apresentada, como parte das exigências  
para a obtenção do título de DOUTOR EM  
ZOOTECNIA, no Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia da Universidade  
Estadual de Maringá – Área de Concentração  
Produção Animal

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro - 2006

“Adquire sabedoria, adquiere inteligência e não te esqueças, nem te apartes das palavras da minha boca.

Não a abandones e ela te guardara; ama-a e ela te protegerá.

A sabedoria é a coisa principal; adquiere pois a sabedoria, emprega tudo o que possuis na aquisição de entendimento.

Exalta-a e ela te exaltará; e, abraçando-a tu, ela te honrará.”

*Provérbios 4;5-8*

Aos

meus pais, Antonio Bonet de Quadros e Donária Rodrigues de Quadros,  
pelas tantas lições de vida ensinadas

Aos

meus irmãos, Celíria, Angelina, Cenira, Gabriel, Brimael (*in memoriam*)  
e Veronilda, pelo estímulo

À

minha esposa Marta pela compreensão, paciência, incentivo  
e companheirismo

Aos

meus filhos Matheus e Rafael, dádivas, que muito  
me incentivaram nesta caminhada

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, criador supremo de tudo e pelo dom da vida.

À Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, pela liberação das atividades para a realização deste curso.

À Universidade Estadual de Maringá - UEM, por ter possibilitado a realização deste trabalho e ao CNPq, pelo apoio financeiro (bolsa de estudos).

Ao Prof. Dr. Ivan Moreira, pela amizade, pela orientação, pela dedicação e auxílio na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio C. Furlan, pela amizade e co-orientação nos trabalhos.

Ao Prof. Dr. Elias N. Martins e ao amigo e colega “Carlão” pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos Professores Drs. Cloves C. Jobim e Cláudio Scapinelo, pela amizade, apoio e convivência durante a realização deste trabalho.

Aos demais Professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela valiosa contribuição para meu crescimento profissional e pessoal, pelo apoio e amizade.

À minha esposa Marta e meus filhos Matheus e Rafael pelo apoio, paciência, amor e dedicação.

Aos colegas e amigos Diovani, Marcos, Ângela, Paulo Carvalho, Mariane, “Perdigão,” Guido, Cleber, Nicki, Rafael, Fagner, pela valiosa colaboração nos trabalhos de campo e de laboratório.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura e fábrica de rações da FEI, João, Ruki, Antonio e Mauro pelo auxílio nas atividades de campo

Às funcionárias do Laboratório de Nutrição Animal – LANA, Dilma, Creusa e Cleusa pela amizade, paciência e colaboração na realização das análises.

A todas aquelas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

## BIOGRAFIA

ARLEI RODRIGUES BONET DE QUADROS, filho de Antonio Bonet de Quadros e Donária Rodrigues de Quadros, nasceu em Humaitá-RS, no dia 20 de fevereiro de 1963.

Em julho de 1987, concluiu o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Santa Maria/RS – UFSM.

Foi bolsista de Aperfeiçoamento – CNPq de julho de 1987 a março de 1989.

Foi prof. Colaborador na Pontifícia Universidade Católica do RS - PUC/RS – Campus II (Uruguaiana/RS) de março de 1991 a dezembro de 1994 e na Universidade de Ijuí/RS - UNIUI de outubro de 1991 a dezembro de 1993.

Em julho de 1994, defendeu dissertação de mestrado, na área de produção animal, pela Universidade Federal de Santa Maria/RS - UFSM.

Desde Julho de 1995 é professor assistente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/RS – UFSM.

Em março de 2003 ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia/UEM, nível de Doutorado.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
I – INTRODUÇÃO .....	1
Literatura Citada .....	9
II – OBJETIVOS GERAIS.....	13
III – AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA CASCA DE SOJA INTEGRAL E MOÍDA, ENSILADA OU NÃO, PARA SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	22
Conclusões .....	29
Literatura Citada.....	30
IV – EFEITO DA INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA MOIDA EM DIETAS ISOENERGÉTICAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	41

	vii
Conclusão .....	45
Literatura Citada.....	46
V – USO DE SILAGEM DE CASCA DE SOJA MOIDA OU NÃO NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO .....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	58
Conclusão .....	64
Literatura Citada.....	65
VI – CONCLUSÕES GERAIS.....	67

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição centesimal da ração referência (matéria natural) .....	20
Tabela 2- Composição física, química e energética da casca de soja moída, integral e ensilada integral e moída (matéria natural).....	23
Tabela 3 - Percentagem e matéria mineral das frações das amostras do subproduto casca de soja (na matéria natural).....	25
Tabela 4 - Distribuição da amostra (CS) nas peneiras.....	26
Tabela 5 - Médias e erros-padrão dos coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da energia bruta (CDEB), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) da casca de soja integral, moída e ensilada (na matéria natural).....	27
Tabela 6 - Valores médios de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e proteína digestível (PD) da casca de soja integral, moída e ensilada (na matéria natural).....	28
Tabela 1 - Composição centesimal, física e química das rações experimentais para suínos na fase de crescimento (matéria natural).....	37
Tabela 2 - Composição centesimal, física e química das rações experimentais para suínos na fase de terminação (matéria natural).....	38
Tabela 3 - Médias e erros-padrão do peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA), nitrogênio da uréia plasmática (NUP), espessura de toucinho (ET-P <sub>2</sub> ) e profundidade de lombo (PL) de suínos alimentados com dietas contendo níveis crescente de casca de soja (CS) nas fases de crescimento e terminação.....	40
Tabela 4 - Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) para suínos em crescimento e terminação, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de casca de soja .....	43



Tabela 5 -	Valores médios de peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), quebra pelo jejum (QJ), quebra pelo resfriamento (QR), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF), espessura de toucinho (ET), comprimento de carcaça (CC), peso de pernil (PP), área de olho de lombo (AOL) e relação carne:gordura (C:G) de suínos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de casca de soja nas fases de crescimento/terminação .....	44
Tabela 1 -	Composição centesimal, química e energética das rações experimentais para suínos na fase de crescimento (na matéria natural).....	54
Tabela 2 -	Composição centesimal, química e energética das rações experimentais para suínos na fase de terminação (na matéria natural) .....	55
Tabela 3 -	Médias e erros-padrão do consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos alimentados com dietas contendo casca de soja (CS) integral ou moída, ensilada ou não, nas fases de crescimento e terminação.....	59
Tabela 4 -	Médias e erros-padrão da espessura de toucinho (ET) nas fases de crescimento e terminação e profundidade de lombo (PL) de suínos terminados, alimentados com dietas contendo casca de soja (CS) integral ou moída, ensilada ou não .....	61
Tabela 5 -	Médias e erros-padrão do custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) para suínos em crescimento e terminação, alimentados com dietas contendo casca de soja integral ou moída, na forma de silagem ou não.....	62
Tabela 6 -	Efeito da forma física e ensilagem ou não da casca de soja sobre as características de carcaça de suínos.....	63

## ABSTRACT

Three experiments were carried out to evaluate the effects of grinder and ensilage of soybean hull (SH). The Experiment I consisted of a digestibility trial using 12 crossbred, barrows, with  $41.42 \pm 0.99$  kg of body weight. The feeds evaluated were the whole SH - (WSH); grinded SH (GSH); WSH silage (WSHS) and GSH silage (GSHS), that replaced (based on dry matter) 25% of the reference diet, resulting in four test diets. The digestible dry matter (DDM), digestible organic matter (DOM), digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and digestible protein (DP) were determined. The DDM, DOM, DE, ME and DP (as-feed basis) were, respectively, 67.80; 63.80; 48.82 and 47.32%; 72.66; 69.74; 70.69 and 71.01%; 2,730; 2,624; 2,011 and 1,874 kcal/kg; 2,507; 2,509; 1,908; 1,750 kcal/kg and 9.53; 9.00; 8.17; 7.06% for the WSH, GSH, WSHS and GSHS, respectively. The Experiment II was carried out to verify the effect of different soybean hull (SH) levels in isoenergetic diets for growing-finishing pigs. Forty crossbred pigs, barrows and gilts, with  $27.84 \pm 2.13$  kg of BW, were blocked by weight and distributed in a randomized way in five treatments, with four replicates of two pigs per pen (experimental unit). The treatments consisted in 0.0; 4.0; 8.0; 12 and 16% of grinded SH (2,5 mm) inclusion on isoenergetic diets (16.4 and 15.0% CP and 3,385 and 3,390 kcal DE/kg) for growing and finishing phases, respectively. None of performance variables were influenced by SH inclusion on diets. The crescent SH levels promoted linear reduction on the back fat thickness (BT) and increased the shrinkage chilling (SCh), hot carcass yield (HCY) and cold carcass yield (CCY). To the variables hot carcass weight (HCW) and cold carcass weight (CCW) were observed quadratic effects and smaller values were observed with 8.0% of SH inclusion. The increased SH levels also increased the SCh, worst the carcass yield and decreased the BT. No difference was observed for the carcass length, ham weight, loin muscle area and meat: fat ratio. The results suggest that the inclusion up to 16% of SH

in diets of growing-finishing pigs doesn't change their performance and can produce leaner carcasses. The Experiment III was carried out aiming to assess the influence of SH grinder and ensilage on performance and carcass traits of growing-finishing pigs. It was carried out an trial with 32 crossbred pigs, barrows and gilts, with initial BW of  $24.58 \pm 3.70$  kg and final BW of  $87.69 \pm 7.50$  kg. The treatments consisted of four diets: WSH – whole SH, GSH – grinded SH (2,5 mm), WSHS – whole SH silage and GSHS – grinded SH silage. The SH, independent of processing and physical form, was added at 16% (dry matter standardized on 97.87%). The diets contained 16.4 and 15.0% CP, 3,380 and 3,360 kcal ED/kg, respectively, to growing and finishing pigs. The design was a randomized blocks, with factorial design 2 x 2 (SH grinded or no and SH silage or no), with four replicates and two pigs per experimental unit. There was no effect of SH grinder and ensilage on DFI on growing and DWG and F: G on growing-finishing. The grinder turns worst the DFI and there was an interaction between SH grinder and ensilage on finishing phase. The whole and ground SH silage, provided better hot carcass weight in comparison with no silage. There was no interaction between grinder and ensilage of SH on the carcass traits studied. None of qualitative carcass variables was influenced by GSH or whole. The grinder and/or ensilage do not improve the SH use in the pigs nutrition, when included up to 16% on growing-finishing pigs, as well as do not influence the qualitative carcass traits. It was concluded that the SH grinder and ensilage do not influence nutrients digestibility, with exception of CP, that is better for SH silage. The whole SH or ground, ensilage or no, may to be included up to 16% on growing-finishing pigs diets without impairing performance and carcass traits.

Key words: by-products, carcass, nutritional evaluation, pigs, silage , soybean hull.

## RESUMO

Para avaliar os efeitos da moagem e da ensilagem da casca de soja (CS) foram conduzidos tres experimentos. No Experimento I, um ensaio de digestibilidade, foram utilizados 11 suínos híbridos, machos castrados, com peso vivo médio de  $41,42 \pm 0,99$  kg. Os alimentos avaliados foram a CS integral (CSI), a CS moída (CSM), a silagem de CSI (SCSI) e a silagem de CSM (SCSM), os quais substituíram, com base na matéria seca (MS), 25% da ração referência (RR), resultando em quatro rações teste (RT). Foram determinadas a matéria seca digestível (MSD), a matéria orgânica digestível (MOD), a energia digestível (ED), a energia metabolizável (EM) e a proteína digestível (PD). A MSD, MOD, ED, EM, e PD na matéria natural foram, respectivamente, 67,80; 63,80; 48,82 e 47,32%, 72,66; 69,74; 70,69 e 71,01%, 2.730; 2.624; 2.011 e 1.874 kcal/kg, 2.507; 2.509; 1.908 e 1.750 kcal/kg e 9,53; 9,00; 8,17 e 7,06% para CSI, CSM, SCSI e SCSM. O Experimento II foi conduzido com o objetivo de verificar o efeito da inclusão de diferentes níveis de CS em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. Quarenta suínos híbridos, machos castrados e fêmeas, peso vivo médio inicial de  $27,84 \pm 2,13$  kg, foram agrupados por peso e distribuídos ao acaso em 5 tratamentos, com quatro repetições de 2 animais/baia (unidade experimental). Os tratamentos consistiram da inclusão de 0,0; 4,0; 8,0; 12 e 16 % de CS moída (2,5 mm) em dietas isoenergéticas (16,4 e 15,0 % PB; 3.385 e 3.390 kcal ED/kg para as fases de crescimento e terminação, respectivamente). Nenhuma variável de desempenho foi influenciada pela inclusão de CS nas dietas. Os níveis crescentes de CS promoveram efeito linear decrescente sobre a espessura de toucinho (ET), rendimento de carcaça quente (RCQ) e rendimento de carcaça fria (RCF) e crescente sobre a quebra por resfriamento (QR). Para as variáveis peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça fria (PCF) foram observados efeitos quadráticos, sendo os menores valores observados com 8,0% de inclusão de CS. O aumento do nível de CS na dieta elevou a QR, que

piorou o rendimento de carcaça e diminuiu a ET. Não houve diferença para comprimento de carcaça, peso de pernil, área de olho de lombo e relação carne:gordura. Os resultados sugerem que a inclusão de até 16% de CS nas dietas dos suínos em crescimento/terminação não altera a performance e pode produzir carcaças mais magras. O Experimento III teve como objetivo avaliar a influência da moagem e da ensilagem da CS no desempenho e nas características de carcaça de suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 32 suínos híbridos, machos castrados e fêmeas, com peso vivo médio inicial de  $24,58 \pm 3,70$  kg e final de  $87,69 \pm 7,50$  kg. Os tratamentos consistiram de quatro rações experimentais: CSI - ração com casca de soja integral, CSM - ração com casca de soja moída (2,5 mm), SCSI - ração com silagem de casca de soja integral e SCSM - ração com silagem de casca de soja moída. A CS, independente da forma física e processamento, foi adicionada a ração numa quantidade de 16%, com base na matéria seca (91,87%). As rações continham 16,4% e 15,0% de PB e 3380 e 3360 kcal ED/kg, respectivamente, para as fases de crescimento e terminação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com um arranjo fatorial 2 x 2 (CS moída ou não e CS ensilada ou não), com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo que cada baia com 2 animais constituiu uma unidade experimental. Não houve efeito da moagem e nem da ensilagem da CS sobre o consumo diário de ração (CDR), no crescimento, e sobre o ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) no crescimento e na terminação. A moagem piorou o CDR e houve interação entre a moagem e ensilagem na fase de terminação. A CS ensilada proporcionou maior peso de carcaça quente em comparação com a não ensilada. Nenhuma das variáveis qualitativas da carcaça foi influenciada pela moagem ou não da CS. O processo de moagem e/ou ensilagem não melhora a utilização da casca de soja na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação, bem como, não influencia as características de carcaça dos suínos. Conclui-se que tanto a moagem como a ensilagem da CS não influenciam a digestibilidade dos nutrientes, com exceção da PB que foi mais digestível na CS ensilada. A CS integral ou moída, ensilada ou não, pode ser adicionada em até 16% nas dietas dos suínos em crescimento e terminação sem causar prejuízos ao desempenho e às características de carcaça.

Palavras chave: avaliação nutricional, casca de soja, carcaça, silagem, subproduto, suínos.

## I – INTRODUÇÃO

Na produção de suínos a alimentação representa a maior fração dos custos de produção (70 a 80 %). O milho e o farelo de soja, principais ingredientes da dieta destes animais, são comercializados com base nos preços praticados no mercado internacional (*commodities*). Assim sendo, o resultado econômico da atividade suinícola, muitas vezes, torna-se pouco atrativo ao produtor.

O uso de subprodutos da agricultura, como forma de substituir parcialmente os grãos na dieta dos suínos, tornou-se uma alternativa na escassez daqueles ou mesmo para reduzir os custos da alimentação.

Com o intuito de reduzir custos, o uso de alimentos alternativos torna-se quase imperativo. Nesse contexto, a casca de soja (CS) surge como uma opção dependendo da região e da época do ano. Pela grande disponibilidade quantitativa e, muitas vezes, por questões de preço, os criadores vêm usando a CS na alimentação de suínos, mesmo sem uma avaliação nutricional prévia.

A CS, obtida na industrialização do grão, tem grande destaque no cenário nacional, em virtude da alta produção brasileira de soja, sendo que a CS representa 7 a 8% do peso do grão (Restle et al., 2004). Considerando que a produção total de soja alcançada na safra 2004/2005 foi de 9.428.300 toneladas no estado do Paraná e de 50.229.900 toneladas no Brasil, foram geradas ao redor de 707.122,5 e 3.767.242,5 toneladas de CS, para o Paraná e Brasil, respectivamente (CONAB, 2005). Há, portanto, um enorme potencial quantitativo de uso desta casca para a alimentação animal.

A CS consiste na parte externa do grão (película) e é obtida por separação no processamento da extração do óleo, quando o grão sofre quebra e é condicionada a um aquecimento (62°C) para posterior laminação (Butolo, 2002). O Brasil exporta farelo de soja “High-Protein”, de elevado teor protéico (48 – 49%) e baixa % de fibra, gerando um grande volume de CS (Muhlbach, 1990). Este subproduto é rico em fibras ( $\pm$  45 %

de FDA), e, por isso, pobre em energia, porém com cerca de 13% de proteína bruta (PB) (Gentilini & Lima, 1996), sendo, portanto, de interesse seu uso na alimentação de suínos, mesmo que em quantidades controladas.

Algumas empresas do ramo, atualmente, estão misturando a CS com o resíduo de limpeza da soja, visando obter um produto com características físicas e composição nutricional mais uniforme (padronizada).

De fato, os resíduos originados na produção agrícola e na agroindústria necessitam de estudos para serem melhor aproveitados na alimentação animal. Essa justificativa se fundamenta na necessidade do fornecimento aos animais de alimentos alternativos e viáveis economicamente, sem concorrer diretamente com a alimentação humana. Assim, vários subprodutos do processamento industrial têm potencial de uso, principalmente para os animais ruminantes, e na maioria dos casos com redução nos custos de produção (Silva et al., 2002). Também para os animais monogástricos tais subprodutos podem ser usados, desde que exista uma inclusão adequada na dieta.

A forma de fornecimento desses subprodutos aos animais é um outro aspecto a ser considerado, sob pena de comprometer o desempenho dos mesmos. Nesse sentido, a ensilagem é uma alternativa que o produtor dispõe para conservar resíduos agroindustriais, disponíveis em grandes quantidades em determinadas regiões do Brasil e que apresentam alto potencial para uso na alimentação animal (Santos et al., 2001).

O processo de ensilagem 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, quando ensilados (Costa et al., 2001). Aliado a isso, a adição de inoculante aos alimentos ensilados tem permitido a obtenção de um produto final de melhor qualidade. Entre os vários inoculantes disponíveis, pode-se destacar o inoculante enzimático microbiano, que tem mostrado ser eficiente na melhoria da qualidade nutricional das silagens (Jobim & Branco, 2002).

Outra questão importante, que paira sobre o suinocultor, é a preservação ambiental. Existe, atualmente, uma grande pressão por parte da legislação ambiental e exigências sanitárias, visando reduzir a poluição. A suinocultura, por sua vez, é uma atividade pecuária com alto potencial poluidor. Por isso, os nutricionistas empenham-se na redução do poder poluente dos dejetos através do manejo nutricional. Algumas pesquisas (Kendall et al., 1999; DeCamp et al., 2001; Shriver et al., 2003) têm demonstrado que o uso da fibra pode ter um impacto positivo quanto à produção de

odores, retenção de N (menor volatilização), produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e emissão de poluentes no ar (amônia, por exemplo).

### 1.1 – Uso da fibra dietética para suínos

A utilização de ingredientes fibrosos, nas dietas de suínos, tem como propósito restringir o consumo, principalmente de animais para abate e reprodução, além de minimizar o poder poluente dos dejetos.

A fibra dietética é definida como uma mistura heterogênea de polissacarídeos estruturais, não estruturais e de lignina. A literatura mostra que a solubilidade da fibra, a viscosidade e a capacidade de hidratação parecem ser os mais importantes fatores que influenciam a digestibilidade ileal de nutrientes e perdas endógenas nos suínos (Souffrant, 2001).

Os alimentos com alto teor de fibra têm origem na indústria de processamento de grãos, de alimentos e também em algumas forragens. Sua inclusão nas dietas dos suínos altera a composição química da mesma: de dietas com grande quantidade de amido para dietas contendo menos amido e mais polissacarídeos fibrosos, que são chamados de polissacarídeos não amiláceos (PNA). O amido e os PNA diferem em muitos aspectos: na estrutura química, no tipo de nutrientes que eles fornecem e seus efeitos sobre outros nutrientes no processo de digestão, na eficiência de utilização da energia e em outros aspectos não nutricionais (Bakker et al., 1998).

O teor de fibra nas dietas dos suínos varia de 0% de fibra detergente neutro (FDN) para o leite consumido pelos leitões, de 5 a 10% de FDN para dietas de creche, 10 a 15% de FDN para dietas de crescimento/terminação e 20 a 30% para rações de gestação com alto teor de fibra. A quantidade de fibra na dieta é aumentada com a idade do animal porque esta se encontra associada com um aumento na atividade bacteriana no intestino grosso (e possivelmente no intestino delgado), assim possibilita ao animal melhor utilizar dietas com alto teor de fibra (Van Kempen, 2001).

Segundo Noblet & Le Goff (2001) alguns resultados mostram que a digestibilidade da energia é afetada negativamente pelo tipo de fibra dietética e que esta digestibilidade aumentou com o peso corporal. O efeito negativo da fibra é reduzido em suínos mais erados, por isso que muitos alimentos deveriam apresentar, pelo menos, dois valores de ED: um para suínos em crescimento-terminação e outro para suínos adultos (fêmeas e reprodutores). Conforme os autores acima citados, as interações entre



a origem da fibra e o grau de maturidade do suíno, não têm sido descritas na literatura, mas são provavelmente devidas às diferenças na composição química da fibra, que influenciam as propriedades físico-químicas desta fibra no trato gastrointestinal.

O aproveitamento de ingredientes fibrosos pelos suínos está diretamente associado à composição da parede celular, à atividade microbiana no intestino grosso, bem como ao nível de utilização dos ácidos graxos voláteis produzidos no intestino grosso destes animais. A fibra dietética é formada por uma fração solúvel e outra insolúvel. Ambas promovem profundas mudanças no trato gastrointestinal tanto fisiológicas quanto físico-químicas. Alteram as taxas de secreções endógenas e o fluxo de passagem da digesta. O aumento na velocidade de passagem do alimento promove um maior consumo, compensando, assim, a menor densidade energética da dieta. As fibras também podem aumentar a capacidade de adsorção de água e, conseqüentemente, alterar o volume, o pH e a fermentação da digesta, além da própria população microbiana intestinal. Tanto a fração solúvel, como a insolúvel, podem ter o acesso limitado à ação de certas enzimas. A primeira, ao associar-se à água, forma uma certa barreira física frente às enzimas digestivas. A segunda, ao sofrer hidrólise, sua viscosidade limita a digestão e absorção de certos nutrientes. Entretanto, tudo isso contribui para que chegue mais material ao intestino grosso, promovendo uma maior e melhor fermentação, reduzindo a produção de poluentes, via dejetos (Uniquímica, 2005).

Para Kendall et al. (1999), a adição de fibra (casca de soja) na ração dos suínos serve de fonte de energia para os microrganismos no intestino, visando à produção de proteína microbiana e AGV. Isto pode resultar em três benefícios: primeiro, uma energia adicional é disponibilizada para os suínos na forma de AGV para a síntese de proteína ou lipídio; segundo, o aumento de AGV diminui o pH dos dejetos e reduz a volatilização de compostos mal cheirosos e terceiro, a maioria do N excretado é incorporada em proteína microbiana.

Para reduzir a emissão de amônia, o N fecal é preferível em relação ao N urinário porque o N fecal (proteína bacteriana) é menos susceptível a rápida decomposição do que o N urinário (uréia), o qual é facilmente convertido em amônio e dióxido de carbono pela urease bacteriana fecal. O uso de fibra fermentável na dieta pode reduzir a excreção de N urinário e, dessa forma, reduzir também a concentração de amônio e o pH dos dejetos, minimizando a emissão de amônia por uma combinação de fatores (Zervas & Zijlstra, 2002).

Apesar dos animais monogástricos, como os suínos, digerirem e utilizarem a fração relativa à parede celular dos alimentos (fração fibrosa) de forma diversa dos ruminantes, a fibra dietética vem sendo considerada uma fonte viável de energia, especialmente na alimentação de suínos destinados ao abate e para as categorias de reprodutores machos (cachaços), fêmeas em crescimento destinadas à reprodução (marrãs) e fêmeas em gestação (porcas). Rações fibrosas colaboram para a redução do estresse advindo do plano de restrição alimentar adotado nas fases pré-abate, pré-reprodutiva e reprodutiva (Gomes et al., 2004). Para Noblet & Goff (2001) as fibras dietéticas que apresentam digestibilidade alta podem ter uma contribuição positiva para o suprimento de energia em animais adultos, principalmente em fêmeas.

A indústria vem gradativamente adotando o abate de suínos com peso mais elevado (120 – 130 kg de peso vivo). Assim, torna-se necessária a inclusão de alimentos de baixa energia nas rações, visando uma melhora nas carcaças. A CS pode ser uma importante alternativa, em função de sua disponibilidade no mercado nacional. Por outro lado, há interesse no uso da CS como forma de reduzir o poder poluente das fezes suínas, atendendo, dessa forma, a pressão da sociedade pela redução da poluição ambiental.

Nesse sentido, a maioria dos estudos (Sutton et al., 1998; Kendall et al., 1999; De Camp et al., 2001; Keys & Wood, 2001; Van Kempen et al., 2001) mostra grandes possibilidades da utilização da CS como importante meio de redução do N total e amoniacal nos dejetos.

A manipulação da dieta tem mostrado ser um método eficiente para reduzir a excreção de nitrogênio pelos suínos em crescimento e terminação, bem como a emissão de amônia pelos dejetos. Pesquisas recentes sugerem que a adição de casca de soja na dieta dos suínos pode alterar a excreção de N, aumentar as concentrações de ácidos graxos voláteis nas fezes e reduzir a emissão de amônia (Canh et al., 1997; 1998a,b; Kendall et al., 1999; Shriver et al., 2003). De acordo com Shriver et al. (2003) a adição de fibra na dieta de suínos em crescimento e terminação, via casca de soja ou polpa seca de beterraba, suplementada com aminoácidos sintéticos, reduziu o conteúdo de N amoniacal das fezes e a excreção de N urinário, resultando numa baixa emissão de amônia. Segundo estes autores, estas reduções nas excreções de N foram possíveis sem deprimir o crescimento e as características de carcaça, embora o custo associado com esta manipulação dietética permaneça em questão.

## 1.2 – Fatores antinutricionais da soja

As leguminosas, de um modo geral, apresentam em suas sementes substâncias que interferem no metabolismo dos animais monogástricos. Essas substâncias são chamadas de fatores antinutricionais. O grão de soja não é uma exceção. Apesar de ser uma leguminosa rica em proteína de alto valor nutricional (ótimo perfil de aminoácidos), contém vários fatores antinutricionais que afetam a digestão e absorção de nutrientes, caso não sejam adequadamente inativados.

Os fatores antinutricionais presentes na soja e seus subprodutos ou derivados incluem inibidores de proteases (por exemplo, inibidor de tripsina), hemaglutininas, goitrogen, antivitaminas, fitatos, saponinas, fitoestrógenos, carboidratos causadores de flatulência, lisinoalanina, fatores alérgicos, urease, lipases e lipoxigenases. (Rhee, 2000). Para os suínos os mais importantes são os inibidores de tripsina, pois interferem na digestão da proteína no trato gastrintestinal causando uma redução na digestibilidade da proteína da dieta (Li et al., 1998) e queda no crescimento (Yen et al., 1974). Além disso, promovem uma hipertrofia e/ou hiperplasia das células pancreáticas (Liener, 2000) e um aumento da secreção enzimática (Hasdai et al., 1989). Muito embora, Yen et al. (1974) não observaram aumento no pâncreas, apesar da queda no desempenho dos suínos.

A tripsina é uma endopeptidase secretada pelo pâncreas na porção superior do intestino delgado (duodeno). Junto com outra enzima pancreática, quimotripsina, digerem a proteína dietética que já foi parcialmente degradada pelo ácido clorídrico e pepsina no estômago. Os produtos finais da digestão da tripsina-quimotripsina são pequenos peptídeos que são hidrolisados em dipeptídeos e aminoácidos livres, os quais são então absorvidos pelo intestino. Sem a completa atividade da tripsina, a proteína dietética é pouco digerida e ineficientemente utilizada (Cromwell, 2000).

Para que ocorra a inativação dos fatores antinutricionais é necessário o emprego de calor durante o processamento da soja e seus derivados. Embora existam outros métodos, o calor tornou-se mais prático e não deixa resíduos como o método químico, por exemplo (Rhee, 2000).

A extensão pela qual a atividade do inibidor de proteases é destruída pelo calor está em função da temperatura, do tempo de aquecimento, tamanho da partícula e condições de umidade. Estas variáveis devem ser cuidadosamente controladas no

processamento comercial da soja para assegurar um produto com o máximo valor nutricional (Liener, 2000).

A análise da atividade ureática, comumente empregada nas fábricas de rações, indica se a soja e seus derivados foram suficientemente aquecidos (105 a 110°C por 15 a 30', Rhee, 2000). A atividade da urease possui uma correlação direta com a presença dos inibidores da tripsina. À medida que diminui a atividade ureática diminui também os inibidores da tripsina (Parsons, 2000).

A determinação da atividade da urease, geralmente, tem sido usada pela indústria para monitorar a qualidade do farelo de soja porque é mais fácil determinar a atividade ureática do que o inibidor de tripsina e também porque a urease é mais resistente ao calor do que os inibidores de tripsina (Rhee, 2000).

Outra análise menos comum e que pode determinar se a soja e seus derivados sofreram um superprocessamento ou superaquecimento chama-se solubilidade da proteína em KOH – 0,2%. Sua faixa ideal é de 70 a 85%. Se o valor encontrado for inferior a 60% indica que houve um superaquecimento e que a digestão e absorção dos aminoácidos estão comprometidos, além da redução da EM (Araba & Dale, 1990a,b; Jorge Neto, 1992).

### 1.3 – O uso da casca de soja na alimentação de suínos

A utilização da CS na alimentação de suínos é pouco relatada na literatura nacional. Gentilini et al. (1997) encontraram valores de 2.233 kcal de ED/kg e 2.188 kcal de EM/kg, para a casca de soja crua e 2.248 kcal de ED/kg e 2.164 kcal de EM/kg, para a casca de soja tostada. Já, Kutschenko et al. (2004) observaram valores de 2.397 kcal de ED/kg e de 2.278 kcal de EM/kg quando trabalharam com CS moída em moinho com peneiras de 2,5 mm.

Na Coreia, Chee et al. (2005) encontraram valores de 2.420 kcal de ED/kg e 2.370 kcal de EM/kg para a CS quando compararam o valor nutricional desta com o farelo de trigo para suínos em crescimento e terminação.

A literatura mostra que suínos em crescimento e terminação, alimentados com dietas contendo 6 a 12% de CS, evidenciaram melhor ganho de peso ou igual conversão alimentar quando comparados ao grupo controle (Bowers et al., 2000; DeCamp et al., 2001; Keys & Wood, 2001; Chee et al., 2005). Houve, no entanto, a redução da digestibilidade de alguns nutrientes (Dilger et al., 2002; Moeser & Van Kempen, 2002).

Com a inclusão de 24% de CS na dieta dos suínos, Kornegay (1981) observou queda no desempenho dos mesmos. Por outro lado, Kutschenko et al. (2004) trabalhando com leitões na fase inicial (15 – 30 kg) concluíram que não é viável economicamente o uso da CS para a referida categoria.

Lima et al. (1997), não observaram prejuízo no ganho de peso de suínos alimentados com rações contendo 6% de CS na fase de terminação e 12% na fase de crescimento e crescimento-terminação. Concluíram, ainda, que o uso econômico da CS em dietas de suínos em crescimento e terminação pode ser feito até o nível de 6% de inclusão, desde que esse subproduto custe até 20% do preço do farelo de soja.

A adição de 10% de CS em dietas com baixo teor de PB e suplementadas com aminoácidos sintéticos não alterou a performance dos suínos em crescimento (Shriver et al., 2003). Também Kornegay (1981) observou que a adição de 15% de CS na dieta de suínos em crescimento e terminação não influenciou o desempenho dos mesmos.

## LITERATURA CITADA

- ARABA. M. & DALE. N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.1, p.76-83, 1990a.
- ARABA. M. & DALE. N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.10, p.1749-1752, 1990b.
- BAKKER, G.C.M.; DEKKER, R. A.; JONGBLOED, R. et al. Non-starch polysaccharides in pig feeding. **The Veterinary Quarterly**, v.20 (Suppl. 3), p. 559-564, 1998.
- BOWERS, K.A.; BOWERS, C.T.; WEBER, T.E. et al. Evaluating Inclusion Levels of Soybean Hulls in Finishing Pig Diets. **Swine Day – Purdue University**. p.39-42. 2000.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 1 ed. Campinas, SP, 2002. 430p.
- CANH, T. T.; ARNINK, A, J. A.; VERSTEGEN, M. W. A. et al. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.76, p.1123-1130, 1998a.
- CANH, T. T.; SUTTON, A. L.; ARNINK, A, J. A. et al. Dietary carbohydrates alter the fecal composition and pH and the ammonia emission of slurry from growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.76, p.1887-1895, 1998b.
- CANH, T. T.; VERSTEGEN, M. W. A.; ARNINK, A, J. A. et al. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.700-706, 1997.
- CHEE, K.M.; CHUN, K.S.; HUH, B. D. et al. Comparative feeding values of soybean hulls and wheat bran for growing and finishing swine. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** v.18, n.6:861-867, 2005.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Soja Series Hist., CONAB 2005. <<http://www.conab.gov.br/download/safra/sojaseriehist.xls>> Acesso em: 16/09/2005.
- COSTA, C., MONTEIRO, A.L.G., BERTO, D.A., et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor nutritivo de silagens. In: JOBIM, C.C., CECATO, U., DAMASCENO, J.C. et al. (Ed.) *Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas*. 2001. p.87-126.
- CROMWELL, G.L. Utilization of soy products in swine diets. In: Drackley, J.K. (Ed.) *Soy in animal nutrition*. Illinois: Federation of Animal Science Societies, 2000. p.258-282.
- DeCAMP, S.A.; HILL, B.; HANKINS, S.L. et al. Effects of soybeans hulls on pig performance, manure composition, and air quality. 2001. **Purdue Swine Research Reports**. P.84-89. 2001.
- DILGER, R.N.; RANGLAND, D.; ADEOLA, O. Evaluating the Effect of Soybean Hulls on Amino. 2002, *Purdue Swine Research Reports*. p. 01-04. 2002. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday02/1.pdf>>. Acesso em: 03/02/2003.

- GENTILINI, F.P., LIMA, G.J.M.M., RUTZ, F. 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, *Anais...*Foz do Iguaçu-Pr: ABRAVES, 1997. p.375-376.
- GENTILINI, F.P., LIMA, G.J.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.
- GOMES, J.D.F.; SOBRAL, P.J.A.; FUKUSHIMA, R. S. et al. Efeito do incremento de parede celular (fibra em detergente neutro - FDN) sobre o desempenho produtivo, reprodutivo e características de carcaça de fêmeas suínas primíparas. Disponível em: <<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/viencuent/gomes.htm> > Acesso em 07/02/04.
- HASDAI, A.; NITSAN, Z. & VOLCANI, R. Growth, digestibility and enzyme activities in the pancreas and intestines of guinea-pigs fed on raw and heated Soyabean flour. **British Journal of Nutrition**, v.62, n.3, p.529-537, 1989.
- 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. JOBIM, C. C., DAMASCENO, J. C. (Ed.) *Sul Leite – Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil*. Ed. UEM/DZO. NUPEL. 2002. p. 77-96.
- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, n.988, p.4-15, 1992.
- KENDALL, D.C.; RICHERT, T; SUTTON, A.L. et al. Effects of Fiber Addition (10% Soybean Hulls) to a Reduced Crude Protein Diet Supplemented With Synthetic Amino Acids Versus a Standard Commercial Diet on Pig Performance, Pit Composition, Odor and Ammonia Levels in Swine Buildings. **Swine Day – Purdue University**. P. 46-52. 1999.
- KEYS, A. & WOOD, C.M. Use of Soybean Hulls to Mitigate Swine Lagoon Odors. *Livestock Update*, 2001. Disponível em: <[http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/livestock/aps-01\\_11/aps-0430.html](http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/livestock/aps-01_11/aps-0430.html). 1p. 2001>. Acesso em: 03/02/2003.
- KORNEGAY, E.T. Soybean hull digestibility by sows and feeding value for growing-finishing swine. **J. Anim. Sci.** n.53, p. 138-145, 1981.
- 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. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2004.
- LI, S.Y.; SAUE, W.C. & CAINE, W.R. Response of nutrient digestibility to feeding diets with low and high levels of soybean trypsin inhibitors in growing pigs. **J. Sci. Food Agric.**, n.76, p.357-363, 1998.
- LIENER, I.E. Non-nutritive factors and bioactive compounds in soy. In: Drackley, J.K. (Ed.) *Soy in animal nutrition*. Illinois: Federation of Animal Science Societies, 2000. p.13-45.
- LIMA, G. J. M. M., GENTILINI, F. P., GUIDONI, A. L. et al. Utilização de casca de soja em dietas de suínos em crescimento e terminação. CONGRESSO

- BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Foz do Iguaçu-PR. **Anais ...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1997. p.377-378.
- MOESER, A.J. & VAN KEMPEN, T. Dietary fiber level and xylanase effect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs. **Annual Swine Report 2002**. Disponível em: <<http://mark.asci.ncsu.edu/Swine Reports/2002/moeser1.htm>> Acesso em 28/05/2004.
- MUHLBACH, P. R. Soja – A casca não vai fora. **Revista A Granja**, maio 1990, p.28-30.
- NOBLET, J. & LE GOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs . **Animal Feed Science and Technology**. V.90, p.35-52, 2001. Disponível em: < <http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci>>. Acesso em 20/05/2005.
- 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.
- RHEE, K.C. Processing technology to improve soy utilization. In: Drackley, J.K. (Ed.) Soy in animal nutrition. Illinois:Federation of Animal Science Societies, 2000. p.13-45.
- RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.
- SANTOS, G. T. DOS; ITAVO, L. C. V. ; MODESTO, E. C. Silagens alternativas de resíduos agro-industriais. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais ...** Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001, p.262-285.
- SHRIVER, J.A.; CARTER, S.D.; SUTTON, A. L. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.81, p.492-502, 2003.
- SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M.B.; AZEVEDO, P. S. DE; et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.3, p.1258-1268, 2002.
- SUTTON, A.; PATTERSON, J.; RICHERT, B. et al. Reduction of Odorous Compounds in Pig Manure Through Specific Dietary Fiber Manipulation. *Final report*. National Pork Producer Council. 1998. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday00/23.pdf>>. Acesso em: 03/02/2003.
- SOUFFRANT, W.B. Effect of dietary fibre on ileal digestibility and endogenous nitrogen losses in the pig. **Animal Feed Science and Technology**. v.90, n.1, p.93-102, 2001.
- UNIQUIMICA – **Informativo Uniquímica Especial**. Disponível em: <<http://www.uniquimica.com>> Acesso em 24/01/05.
- VAN KEMPEN, T. Is fiber good for the pig? **SWINE NEWS**. North Carolina Cooperative Extension Service, August, v.24, n.7, 2001.



ZERVAS, S. & ZIJLSTRA, R. T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. **J. Anim. Sci.** v.80, p. 3247-3256, 2002.

YEN, J.T.; HYMOWITZ, T. & JENSEN, A.H. Effects of soybean of different trypsin inhibitor activities on performance of growing swine. **J. Anim. Sci.**v.38, p.304-309, 1974.

## II - OBJETIVOS

- Determinar a composição química (MS, EB, PB, FB, FDN, FDA, Ca, P) da casca de soja (CS).
- Determinar os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EB, PB, bem como obter os valores de MSD, ED, PD, FD e EM da CS e CS ensilada.
- Verificar o efeito da moagem e/ou ensilagem (com a adição de inoculante) da CS sobre a digestibilidade dos nutrientes e sobre o desempenho dos suínos em crescimento.
- Estudar os efeitos de diferentes níveis de inclusão da CS (0, 4, 8, 12 e 16%) em rações de suínos, nas fases de crescimento e terminação, sobre o desempenho e características de carcaça.
- Avaliar o efeito da moagem e/ou ensilagem (com adição de inoculante) da CS sobre o desempenho dos suínos em crescimento e terminação e sobre as características de carcaça.
- Verificar a viabilidade econômica da utilização da CS na alimentação dos suínos nas fases de crescimento e terminação.

### III – AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA CASCA DE SOJA INTEGRAL OU MOÍDA, ENSILADA OU NÃO, PARA SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO

#### RESUMO

Foi conduzido um experimento com 11 suínos híbridos, machos castrados, com peso vivo médio de  $41,42 \pm 0,99$  kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo e distribuídos em um delineamento experimental de parcelas subdivididas, com cinco tratamentos (2 repetições, exceto a ração referência com 3 repetições). Os períodos de coleta foram considerados subparcelas, sendo que o ensaio constou de um período de doze dias de adaptação, seguido por dois períodos consecutivos de cinco dias de coleta total de fezes e de urina. 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 resultou em quatro rações teste, sendo adicionado um inoculante enzimático microbiano (Katec®) nas silagens. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da energia bruta (CDEB), o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB). Os CDMS, CDMO, CDEB e CMEB, CDPB foram, respectivamente, 73,82; 77,09; 71,74, 65,88 e 61,50% para a CSI, 70,60; 73,99; 68,96, 65,94 e 57,39% para a CSM, 72,13; 75,68; 73,43, 69,93 e 70,32% para SCSI e 72,15; 76,33; 72,17, 67,69 e 65,85% para a SCSM. Os valores de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e proteína digestível (PD) foram, respectivamente, 67,80%; 72,66%; 2.730 kcal/kg; 2.507 kcal/kg e 9,53% para CSI, 63,80%; 69,74%;

2.624 kcal/kg; 2.509 kcal/kg e 9,00% para CSM, 48,82%; 70,69%; 2.011 kcal/kg; 1.908 kcal/kg e 8,17% para SCSi e 47,32%; 71,01%; 1.874 kcal/kg; 1.750 kcal/kg e 7,06% para SCSM. 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. Melhora, entretanto, a digestibilidade da PB da casca de soja.

Palavras chave: alimento alternativo, avaliação nutricional, inoculante, silagem, subproduto

## ABSTRACT

The experiment was carried out with 11 crossbred pigs, barrows and body weight of  $41.42 \pm 0.99$  kg. The animals were allotted in metabolism cages, in a split-plot design, with five treatments (2 replicates, except control diet with 3 replicates). The collection periods were considered the split-plot and the experiment had an adaptation period of 12 days, followed by two consecutive periods of five days of feces and urine total collection. The feeds evaluated were the 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, resulting in four test diets. It was included in the silages an microbial inoculan (Katec®). The dry matter apparent digestibility coefficient (DMDC), of organic matter (OMDC), of gross energy (GEDC), gross energy metabolization coefficient (GEMC) and crude protein apparent digestibility coefficient (CPDC) were determined. The DMDC, OMDC, GEDC, GEMC and CPDC were, respectively, 73.82; 77.09; 71.74, 65.88 and 61.50% to WSH, 70.60; 73.99; 68.96, 65.94 and 57.39% to GSH, 72.13; 75.68; 73.43, 69.93 and 70.32% to WSHS and 72.15; 76.33; 72.17; 67.69 and 65.85% to GSHS. The digestible dry matter (DDM), digestible organic matter (DOM), digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and digestible protein (DP) values were, respectively, 67.80%; 72.66%; 2,730 kcal/kg; 2,507 kcal/kg and 9.53% to WSH, 63.80%; 69.74%; 2,624 kcal/kg; 2,509 kcal/kg and 9.00% to GSH, 48.82%; 70.69%; 2,011 kcal/kg; 1,908 kcal/kg and 8.17% WSHS and 47.32%; 71.01%; 1,874 kcal/kg; 1,750 kcal/kg and 7.06% to GSHS. There was difference only to CPDC in relation to the SH ensilage (ensilage = 68.08 % and no ensilage = 59.44%). It was concluded that the grinder and/or ensilage doesn't modify the dry matter, the organic matter, and the gross energy digestibility, as well as the energy metabolization. The ensilage increase CP digestibility coefficient of SH.

Key Words: alternative feedstuffs, by-products, nutritional evaluation, inoculan, silage

## INTRODUÇÃO

A utilização de um alimento, como ingrediente de rações, depende do conhecimento do seu potencial de produção, bem como da determinação 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 (carne, por exemplo). Assim sendo, 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).

Os resíduos originados da produção agrícola e da agroindústria necessitam de estudos para serem melhor aproveitados na alimentação dos animais domésticos. Esta justificativa se fundamenta na necessidade do fornecimento de alimentos alternativos e viáveis economicamente, sem concorrer diretamente com a alimentação humana (Silva 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 a esta 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 super o valor protéico do milho (Gentilini & Lima, 1996). Dessa forma, surgiu o interesse do uso de CS na alimentação de suínos, ainda que em quantidades controladas.

Existe um grande potencial quantitativo de uso da CS na alimentação animal. A safra 2004/2005 produziu, em todo o Brasil, 50.229.900 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 3.767.242,5 toneladas de CS em todo o país.

A composição química e energética da CS, entretanto, é muito variável, pois não existe padronização na obtenção dessa casca pelas indústrias de moagem de soja. Além disso, a presença de uma maior ou menor quantidade de vagem, de resíduos de caule, de

partes da planta e outros podem causar, também, maiores ou menores variações (Kutschenko, 2004).

Algumas mudanças vêm ocorrendo na cadeia produtiva da carne suína. A indústria vem gradativamente adotando o abate de suínos com peso mais elevado (120–130 kg de peso vivo). Assim, torna-se necessária a inclusão de alimentos de baixa energia nas rações que visa melhora nas carcaças. A CS pode ser uma importante alternativa, em função de sua disponibilidade no mercado nacional. Por outro lado, há interesse no uso da CS como forma de reduzir o poder poluente das fezes suínas que atendem as exigências ou normas ambientais, bem como a pressão da sociedade pela redução da poluição ambiental.

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 & 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 quando ensilados. Aliado a isso, Jobim & Branco (2002) relataram que a adição de inoculantes ao material ensilado permite a obtenção de um produto final de qualidade superior.

A eficiência de digestão dos alimentos pode ser influenciada pela superfície de exposição desses 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 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, por meio de ensaio de digestibilidade, o valor nutricional da CS na forma integral ou moída, ensilada ou não, para suínos nas fases de crescimento e terminação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá - FEI/UEM.

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, as dietas e ao manejo, seguido por dois períodos consecutivos de cinco dias de coleta de fezes e urina.

A casca de soja foi adquirida da Cooperativa Agroindustrial de Maringá – COCAMAR, na forma de casca de soja integral (a granel). Esta CS é denominada de “CS suja”, pois contém, além da CS, grãos de soja quebrados, pedaços de vagens, de caule (planta) e sementes de invasoras.

Os alimentos avaliados (tratamentos) foram a CS integral (CSI), a CS moída (CSM), a silagem de CSI (SCSI) e a silagem de CSM (SCSM). Estes substituíram, com base na matéria seca (MS), 25% da ração referência (RR) que resultam 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.) e, posteriormente, ensilada em tambores de polietileno com capacidade para 200 litros. Processo semelhante foi feito para a SCSM.

A RR foi formulada, segundo níveis nutricionais sugeridos pelo Software NRC (1998), para atender as exigências nutricionais de suínos em crescimento (45 kg). 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.

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo 55% às 08h00min 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.



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 <sup>1</sup> ( <i>Vit. + min. premix</i> )	0,57
Promotor de crescimento <sup>2</sup> ( <i>Growth promoter</i> )	0,10
Total ( <i>Total</i> )	100,00

<sup>1</sup>-Suplemento vitamínico mineral para suínos em crescimento. Composição por kg do produto: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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. (*Vitaminic and mineral premix for growing pigs. Composition per kg of product: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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.*)

<sup>2</sup>-Tylan, composição por kg do produto: fosfato de tilosina- 10g; veículo q.s.p.- 100g (*Composition per kg of product: tylosina phosphate; vehicle q.s.p.- 100g*)

No segundo período de coleta, o fornecimento de ração foi aumentado em 8% que objetiva ajustar o ganho de peso dos animais. A CSI e as silagens eram misturadas à RR no momento do arração. As rações foram umedecidas antes do fornecimento com 25% de água em relação à quantidade total de ração que visa reduzir desperdícios e facilitar o consumo.

A água foi fornecida no próprio comedouro, após cada refeição, na proporção de 3,0 mL/g de ração. Utilizou-se o método de coleta total de fezes, com a adição de 2% de óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 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 retirada uma amostra de 350 g (em duplicata), que foi seca em

estufa de ventilação forçada (55°C) e moída (1,0mm) para posteriores análises laboratoriais.

A urina foi coletada diariamente em baldes plásticos, contendo 20 mL de solução de HCl (1:1), para evitar a proliferação bacteriana e a volatilização de N. 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 no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA/DZO/UEM), conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

A análise de inibidor de tripsina foi realizada no Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL (Campinas-SP), conforme metodologia descrita por Rackis et al. (1974).

A granulometria das cascas foi determinada segundo a metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996).

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), da matéria orgânica (CDMO), da energia bruta (CDEB), o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e da proteína bruta (CDPB) 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), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), proteína digestível (PD) e matéria orgânica digestível (MOD) dos alimentos foram calculados utilizando a fórmula de Matterson et al. (1965).

O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas, com cinco tratamentos e duas repetições, sendo que cada período de coleta foi considerado uma subparcela. A unidade experimental foi constituída por um suíno.

O CDMS, CDMO, CDEB, CMEB e CDPB 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, da EB, da PB, da MO e coeficiente de metabolização da energia bruta observado para o alimento  $i$ , na unidade experimental  $j$ , no período  $k$ ;

$\mu$  = 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 foram comparadas pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

A composição química da CS deste estudo é similar à verificada por Kutschenko (2004) para CS moída (2,0 mm). Também, Nakamura & 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 de soja cultivada, região e época de colheita, regulagem das colheitadeiras, tipo de colheita, da quantidade de resíduos de limpeza da soja incorporada, mas também com os critérios usados para

misturar cascas oriundas do processo de extração do óleo. Segundo Albino & Silva (1996), as condições de processamento dos subprodutos também podem conduzir a grandes variações na composição dos alimentos. Assim, a CS pode conter desde grãos de soja quebrados até sementes de invasoras, em diferentes proporções. É importante, portanto, considerar a grande variação na composição físico-química e também energética dos subprodutos utilizados em trabalhos de avaliação nutricional quando são comparados os dados entre si.

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

TABLE 2 – Physical, chemical and energetic composition of whole and grinded soybean hull and ensilage whole and grinded (as-fed basis)

Itens (Items)	Alimentos (Feed) - MN (MS)			
	CSI	CSM	SCSI (MS)	SCSM (MS)
Matéria seca, % (Dry matter, %)	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 (Gross energy, Kcal/kg)	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, % (Ca total, %)	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 (pH)	nd	nd	4,6	4,5
Diâmetro geométrico médio (Geometric mean particle size, $\mu\text{m}$ ) <sup>1</sup>	2239,8	419,3	nd	nd
Inibidor de tripsina, UIT/g (Tripsin inhibitor units, ITU/g) <sup>2</sup>	1820,1	1820,1	nd	nd

<sup>1</sup> - Diâmetro geométrico médio, (Geometric mean particle size,  $\mu\text{m}$ ); <sup>2</sup> - Unidades de inibidor de tripsina/g, (Tripsin inhibitor units, ITU/g); nd = não determinado, (nd = no determined).

Com relação à composição físico-química e energética da CS deste estudo (Tabela 2), Gentilini & Lima (1996) encontraram valores inferiores de MS (87,94%), de energia bruta (3.632 kcal/kg), de PB (13,17%), de cinzas (3,76%), de Ca (0,44%) e de P (0,14%). Estes 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%).

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 uma 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 nenhum trabalho que aborde o uso de CS na forma de silagem para suínos.

A solubilidade da PB em KOH (0,2%) (Tabela 2), com exceção da SCSi, ficou dentro de uma faixa ideal (70 a 85%), conforme Araba & 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 & Dale (1990a,b) e Jorge Neto (1992), valores inferiores podem indicar super aquecimento e os superiores sub aquecimento da soja durante o processamento. O superprocessamento pode indisponibilizar a lisina e reduzir os valores de EM. Alguns cuidados devem ser tomados na condução do teste de solubilidade, pois o mesmo é influenciado pelo tamanho da partícula e tempo de reação, os quais devem ser padronizados no laboratório (Leeson & Summers, 1997).

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 um pouco 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.

A determinação da atividade ureática é um bom método para verificar se os subprodutos da soja foram suficientemente aquecidos. Além disso, a destruição da enzima urease pelo calor está correlacionada com a destruição dos inibidores da tripsina (Parsons, 2000). Gentilini & Lima (1996), entretanto, 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 problema.

A quantificação dos inibidores de tripsina (Tabela 2) está em conformidade com dados relatados por Anderson-Haferman et al. (1992), considerando uma estreita correlação com os valores da atividade ureática. Estes autores observaram 2.179 unidades de inibidores de tripsina - UIT/g 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, e 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 & Lima, 2001). No presente estudo, considerando que o teor de MS das silagens foi elevado, o pH em torno de 4,5 (Tabela 2) permaneceu nos padrões da normalidade.

A Tabela 3 apresenta as percentagens e a matéria mineral referente às frações das amostras do subproduto casca de soja.

TABELA 3 - Percentagem e matéria mineral das frações das amostras do subproduto casca de soja (na matéria natural)

TABLE 3- Percentage and ash of soybean hull fractions by-product (as-fed basis)

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

Nota-se que a CS, propriamente dita, representa pouco mais da metade do material em estudo. A grande quantidade de cinzas da fração finos em comparação às demais é decorrente, provavelmente, da presença de solo nesse subproduto.

A Tabela 4 mostra a distribuição da amostra (CS) conforme o número das peneiras. Verifica-se que a maioria do material (61,55%) ficou retida nas peneiras de número 5 e 10, sendo consideradas partículas grossas. As partículas médias totalizaram 27,38% e as finas 11,06%. Ao contrário deste estudo, Gentilini & Lima (1996) observaram maior retenção de partículas nas peneiras de número 16 e 30, consideradas partículas médias. Estes autores provavelmente trabalharam com uma casca de soja considerada “limpa”, sem resíduos de limpeza do grão (pedaços de caule, vagens e sementes de invasoras).

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	4,00	19,87
10	Grossas	2,00	41,68
16	Médias	1,20	18,98
30	Médias	0,60	8,4
50	Finas	0,30	4,76
100	Finas	0,15	3,67
Fundo (Bottom)	Finas	-	2,62

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

Esperava-se que neste estudo houvesse diferença na digestibilidade da CS integral e moída. Alguns trabalhos anteriores mostram que à medida que aumenta a granulometria do alimento decresce a digestibilidade dos nutrientes (Zanotto et al, 1996; Kutschenko, 2004). Em um estudo com leitões na fase de creche (15 – 30 kg), Kutschenko (2004) utilizou CS com diferentes graus de moagem (2,0; 2,5; 3,0; e 3,5 mm) e integral e constatou que a moagem melhorou a digestibilidade, sugerindo que a CS integral é imprópria para o uso em rações de leitões nesta fase.

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 (68,53 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). Por outro lado, a adição de inoculante nas cascas ensiladas pode ter melhorado a qualidade final da SCSi e da SCSM, conforme relatado por de Jobim & Branco (2002).

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

TABLE 5 – Means and standard error of dry matter apparent digestibility Coefficient (DMDC), organic matter (OMDC), gross energy (GEDC), metabolizability coefficient of gross energy (GEMC), de digestibilitycoefficient of crude protein (CPDC) of soybean hull whole, grinded and silage (as-fed basis)

	Casca de soja (Soybean hull)		Média ± EP <sup>2</sup> (Means ± SEM)
	Integral (Whole)	Moída (Grinded)	
	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
	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
	CDPB (CPDC),%		
Ensilada (Silage)	70,32	65,85	68,08 <sup>a</sup> ± 6,37
Não ensilada (No silage)	61,50	57,39	59,44 <sup>b</sup> ± 4,16
Média ± EP (Means ± SEM)	65,91 ± 3,11	61,62 ± 3,31	63,76 ± 3,31

<sup>1</sup> – Valores de MS da silagem de CS moída = 65,59% e da SCSi = 67,69%; <sup>2</sup> - Desvio padrão; (Dry matter values of soybean hull whole silage = 67,69% and of grinded = 65,59%; <sup>2</sup> - Standard padrão ).

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 (final do crescimento) e o peso podem ter minimizada a diferença entre a digestibilidade da CSI e CSM, considerando que a digestibilidade da fibra aumenta com a idade e do peso dos suínos. Por outro lado, é necessário fazer certa distinção entre as fibras, em função de sua composição química. Por exemplo, a CS e o



farelo de trigo são alimentos fibrosos, porém a CS possui grande quantidade de pectina que é altamente digestível.

Segundo Noblet & 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 que reduz, conseqüentemente, a taxa de passagem da digesta e prolonga o tempo de fermentação dos resíduos provenientes do íleo. Estas 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 mostra os valores dos nutrientes digestíveis (MSD, MOD, ED e PD) e também da EM da CS integral, moída e ensilada.

TABELA 6 – Valores médios de matéria seca digestível (MSD), matéria orgânica digestível (MOD), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), proteína digestível (PD) da casca de soja integral, moída e ensilada (na matéria natural)<sup>1</sup>

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

	Casca de soja ( <i>Soybean hull</i> )		Média ( <i>Means</i> )
	Integral ( <i>Whole</i> )	Moída ( <i>Grinded</i> )	
	MSD ( <i>DDM</i> ), %		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	48,82	47,32	48,07
Não ensilada ( <i>No silage</i> )	67,80	63,80	65,80
Média ( <i>Means</i> )	58,31	55,56	56,93
	MOD ( <i>DOM</i> ),%		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	70,69	71,01	70,85
Não ensilada ( <i>No silage</i> )	72,66	69,74	71,20
Média ( <i>Means</i> )	70,37	71,67	71,02
	ED ( <i>DE</i> ), kcal/kg		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	2.011	1.874	1.942
Não ensilada ( <i>No silage</i> )	2.730	2.624	2.677
Média ( <i>Means</i> )	2.370	2.249	2.309
	EM ( <i>ME</i> ), kcal/kg		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	1.908	1.750	1.829
Não ensilada ( <i>No silage</i> )	2.507	2.509	2.508
Média ( <i>Means</i> )	2.207	2.129	2.168
	PD ( <i>DP</i> ),%		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	8,17	7,06	7,61
Não ensilada ( <i>No silage</i> )	9,53	9,00	9,26
Média ( <i>Means</i> )	8,85	8,03	8,44

<sup>1</sup> – Valores de MS da silagem de CS integral = 67,69% e da moída = 65,59%; (*Dry matter values of soybean hull whole silage = 67,69% and grinded = 65,59%*).

Valores de energia inferiores aos da Tabela 6 são reportados por Gentilini et al. (1997). Estes autores encontraram valores de 2.333 kcal de ED/kg e 2.188 kcal de EM/kg para casca de soja crua e 2.248 kcal de ED/kg e 2.164 kcal de EM/kg para a casca de soja tostada. Também, Kornegay (1978) obteve valores inferiores de ED (2.070 kcal/kg) e EM (1.870 kcal/kg) para a casca de soja.

Chee et al., (2005) obtiveram valores de ED para a CS de 2.420 kcal/kg. Estes autores observaram ainda, um coeficiente 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) e o CDPB foi 14% superior (57,39). Valores de CDMS de 63,61 e de 63,38 foram obtidos por Kutschenko (2004) e Gentilini et al. (1997), respectivamente, em pesquisas com casca de soja crua moída.

Na silagem, a digestibilidade é influenciada pelas características da forragem e por alterações que ocorrem durante o processo de fermentação (Evangelista & Lima, 2001).

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

## CONCLUSÕES

Os valores de ED e EM foram 2.730 e 2.507; 2.624 e 2.509; 2.011 e 1.908; 1.874 e 1.750 kcal/kg de matéria natural, respectivamente, para a casca de soja integral, casca de soja moída, silagem de casca de soja integral e silagem de casca de soja moída;

A moagem e/ou ensilagem da CS não teve efeito sobre a digestibilidade da MS, da MO, da EB, bem como sobre a metabolizabilidade da energia;

O processo de ensilagem melhora a digestibilidade da PB da casca de soja.

## LITERATURA CITADA

- ALBINO, L. F. T. & SILVA, M. A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS, 1996, Viçosa-MG. **Anais ...Viçosa,MG:UFV, 1996, p.303-318.**
- ANDERSON-HAFERMAN, J.C.; ZHANG, Y.; PARSONS, C.M. et al. Effect of heating on the nutritional quality of Kunitz-trypsin-inhibitor-free and conventional soybeans for chicks. **Poultry Science**, v.71, p. 1700-1709, 1992.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES – ANFAR. Matérias-primas para a alimentação animal. 4ª Ed. Anfar, São Paulo, 1985.
- ARABA. M. & DALE. N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.1, p.76-83, 1990a.
- ARABA. M. & DALE. N.M. Evaluation of protein solubility as an indicator of underprocessing soybean meal. **Poultry Science**, v.69, n.10, p.1749-1752, 1990b.
- CHEE, K.M.; CHUN, K.S.; HUH, B.D. et al. Comparative feeding values of soybean hulls and wheat bran for growing and finishing swine. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** v.18, n.6:861-867, 2005.
- COLE, J.T.; FAHEY, G.C.; MERCHEN Jr, N.R. et al. Soybean hulls as a dietary fiber sources for dogs. **J. Anim. Sci.**, v.77, p.917-924, 1999.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento.Soja Séries Hist., CONAB 2005. <http://www.conab.gov.br/download/safra/sojaseriehist.xls>. Acesso em: 16/09/2005.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. 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. **Anais ... Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001, p.87-126.**
- EVANGELISTA, A.R. & LIMA, J.A.DE. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais ... Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001, p.177-217.**
- FIALHO, E.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B.. 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. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, Viçosa, MG, v.8, n.3, p.386-397, 1979.
- GENTILINI, F.P., LIMA, G.J.M.M., RUTZ, F.. 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, *Anais...Foz do Iguaçu-Pr: ABRAVES, 1997. p.375-376.*
- GENTILINI, F. P. & LIMA, G. M. M. DE. 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.**
- 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.JOBIM, C.C.,

- DAMASCENO, J.C. (Ed.) *Sul Leite – Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil*. Ed. UEM/DZO. NUPEL. 2002. p. 77-96.
- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, n.988, p.4-15, 1992.
- KORNEGAY, E.T. Soybean hulls for growing, finishing swine. **Feedstuffs**. May 1, 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**. Maringá:Universidade Estadual de Maringá, 2004. 40p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2004.**
- LESSON, S. & SUMMERS, J.D. Commercial poultry nutrition. 2 ed. Guelph:University Books, 1997. 350p.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut, University of Connecticut, **Agricultural Experiment Station**, Research Report, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, 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 pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.
- NAKAMURA, T. & OWEN, F.G. High amounts of soybean hulls for pelleted concentrate diets. **J. Dairy Sci.**, v.72, p.988-994, 1989.
- NOBLET, J. & LE GOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pips. **Animal Feed Science and Technology**. V.90, p.35-52, 2001. Disponível em: < <http://www.elsevier.com/locate/anifeeds>>. Acesso em 20/05/2005.
- NRC – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington, D.C., 1998, 189p.
- PARR INSTRUMENTS CO., MOLINE, I.E. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984, 29 p. (Parr Manual, 153).
- PARSONS, C.M.; HASHIMOTO, K.; WEDEKIND, K. J. et al. Soybean protein solubility in potassium hydroxide: An in vitro test of in vivo protein quality. **J. Anim. Sci.**, 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.**, 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. **Anais ... Maringá : UEM/CCA/DZO**, 2001, p.64-86.
- RACKIS, J.J; Mc GHEE, J.E.; LIENER, I.E. et al. Problems encountered in measuring trypsin inhibitor activity of soy flour. Report of a collaborative analysis. **Cereal Science Today**, v.19, n.11, p.513-515, 1974.

- RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa:UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT<sup>®</sup>. **User's guide: statistics**, versão 8.1. 4 ed., v.2, Cary: SAS Institute, 2000.
- SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M.B.; AZEVEDO, P. S. DE; et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.3, p.1258-1268, 2002.
- SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa:Imprensa Universitária, 2002, 235p.
- 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).
- ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; GUIDONI, A.L. et al. Granulometria e valor energético do milho para suínos. XXXIII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, FORTALEZA, CE, 1996. Disponível em: <[http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/nut\\_n\\_rumi%5CSbz792.pdf](http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/nut_n_rumi%5CSbz792.pdf)>. Acesso em 15/06/2004.

## IV - EFEITO DA INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE CASCA DE SOJA MOÍDA EM DIETAS ISOENERGÉTICAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

### RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de verificar o efeito da inclusão de diferentes níveis de casca de soja em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. Quarenta suínos híbridos, machos castrados e fêmeas, com peso médio inicial de  $27,84 \pm 2,13$  kg, foram bloqueados por peso e distribuídos ao acaso em 5 tratamentos, com quatro repetições de dois animais/baia (unidade experimental). Os tratamentos consistiram da inclusão de 0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0% de CS moída (2,5 mm) em dietas isoenergéticas (16,4 e 15,0 % PB e 3.385 e 3.390 kcal ED/kg) para as fases de crescimento e terminação, respectivamente. Nenhuma variável de desempenho foi influenciada pela inclusão de CS nas dietas. Os níveis crescentes de CS promoveram redução linear da espessura de toucinho (ET), rendimento de carcaça quente (RCQ) e rendimento de carcaça fria (RCF) e aumento da quebra por resfriamento (QR). Para as variáveis peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça fria (PCF) foram observados efeitos quadráticos, sendo os menores valores observados com 8,0% de inclusão de CS. O aumento do nível de CS na dieta elevou a QR que piorou o rendimento de carcaça e diminuiu a ET. Não houve diferença para comprimento de carcaça, peso de pernil, área de olho de lombo e relação carne:gordura. Os resultados sugerem que a inclusão de até 16% de CS nas dietas dos suínos em crescimento/terminação não altera sua performance e pode produzir carcaças mais magras.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo, carcaça, nutrição, subproduto

## ABSTRACT

The experiment was carried out aiming to verify the effect of different soybean hull (SH) levels inclusion in isoenergetic diets for growing-finishing pigs. Forty crossbred pigs, barrows and gilts, with  $27.84 \pm 2.13$  kg of BW, were blocked according to the weight and distributed in a randomized way in five treatments, with four replicates of two pigs per pen (experimental unit). The treatments consisted in the inclusion of 0.0; 4.0; 8.0; 12.0 and 16.0% of ground SH (2.5 mm) on isoenergetic diets (16.4 and 15.0% CP and 3,385 and 3,390 kcal DE/kg for growing and finishing phases, respectively). None of the performance parameters were influenced by SH inclusion on diets. The crescent SH levels promoted linear reduction on the back fat thickness (BT) and an increase of shrinkage chilling (SCh), hot carcass yield (HCY) and cold carcass yield (CCY). To the variables hot carcass weight (HCW) and cold carcass weight (CCW) were observed quadratic effects and smaller values were observed with 8.0% of SH inclusion. The SH increase level also increase the SCh, worst the carcass yield and decrease the BT. No difference was to the length carcass, ham weight, loin muscle area and meat: fat ratio. The results suggest that the inclusion up to 16% of SH in diets on growing-finishing pigs does not change their performance and can produce carcasses more lean.

**Key Words:** alternative feedstuffs, carcass, nutrition, by products

## INTRODUÇÃO

Na produção de carne suína, a alimentação é o item responsável pela maior parcela do custo de produção. O uso de alimentos alternativos, cujo objetivo é reduzir esse custo sem alterar o desempenho animal, é de interesse da cadeia produtiva da carne suína.

A utilização de subprodutos da agroindústria que visa à substituição total ou parcial do milho e farelo de soja, principais ingredientes da dieta dos suínos, tornou-se uma opção na escassez daqueles ou mesmo para reduzir os custos com a alimentação.

A casca de soja (CS), obtida na industrialização do grão, tem grande destaque no cenário nacional em virtude da alta produção de soja, sendo que a CS representa 7 – 8 % do peso do grão (Restle et al., 2004). Assim, considerando que a produção total de soja, no Brasil, safra 2004/05, foi de 50.229.900 toneladas, produziu-se, então, cerca de 3.767.242,5 toneladas de CS.

A CS torna-se atrativa pelo aspecto quantitativo, entretanto, por ser um ingrediente alternativo, ou seja, tem pouca tradição nas dietas dos animais monogástricos, pode ser alvo de preconceitos quanto ao seu valor nutritivo e efeito no desempenho (Silva, 2004). Assim, a CS deve ser estudada de forma a elucidar seus efeitos no desempenho de suínos e para determinar os níveis adequados na alimentação.

O Brasil exporta farelo de soja “High-Protein”, de elevado teor protéico (48-49%) e baixa % de fibra que gera grande volume de CS. Este subproduto possui um alto percentual de fibra ( $\pm$  45% FDA) e, portanto, apresenta pouca energia, porém, contém cerca de 13% de PB (Gentilini & Lima, 1996). Assim sendo, é de interesse o seu uso na alimentação de suínos, ainda que em quantidades controladas.

Resultados de pesquisas sugerem que a CS tem potencial como alimento alternativo para suínos (Chee et al., 2005; De Champ et al., 2001; Lima et al., 1997). Em dietas para crescimento, a inclusão de CS, em níveis de 6% (Lima et al., 1997), de 10% (Chee et al., 2005; Shriver et al., 2003) e de 15% (Kornegay, 1981), não prejudicou o desempenho dos suínos. Na fase de terminação, a inclusão de 6 a 12% de CS na dieta (Lima et al., 1997) e de 12% (Chee et al., 2005), também não alterou a performance dos animais em relação aos que recebiam dieta-controle.

Os alimentos fibrosos, como a CS, podem afetar a digestibilidade dos componentes dietéticos da ração, a fermentação intestinal e a taxa de ingestão alimentar nos suínos. Para Gomes et al (1996), a fibra apresenta-se como uma fonte alternativa de



energia para os suínos que permite um melhor controle dos padrões de carcaças e adequou o ganho de peso com o rendimento em carne magra e pode garantir melhoria na qualidade de carcaça.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de CS moída (0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0%) na dieta de suínos em crescimento e terminação sobre o desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá – FEI/UEM, no período de agosto a novembro de 2004 (80 dias).

A CS foi adquirida da Cooperativa Agroindustrial de Maringá – COCAMAR, na forma de casca de soja integral (a granel). Esta CS é denominada de “CS suja”, pois contém além de grãos de soja quebrados, pedaços de vagens, de caule (planta) e sementes de invasoras.

Para obtenção da CSM, utilizou-se um moinho de martelos (28 martelos), com peneira que contém furos de 2,5 mm.

Os tratamentos consistiram da inclusão de 0,0; 4,0; 8,0; 12 e 16% de CS moída (2,5 mm) em dietas isoenergéticas (16,4 e 15,0% PB; 3.385 e 3.390 kcal ED/kg para as fases de crescimento e terminação, respectivamente).

Foram utilizados 40 suínos de linhagem comercial, machos castrados (20) e fêmeas (20), com peso vivo inicial de  $27,84 \pm 2,13$  kg e final de  $93,36 \pm 6,20$  kg. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, coberto com telhas de cimento amianto, dividido por um corredor central (1,0 m), com 10 baias ( $7,6 \text{ m}^2$  cada) de cada lado. Cada baia possuía dois bebedouros, tipo chupeta, no fundo e um comedouro semi-automático de dois lugares, localizado frontalmente. Estas baias apresentavam ainda, ao fundo, uma lâmina d água de 10 cm de profundidade por 80 cm de largura, com renovação total da água 2 vezes por semana. Os animais tinham livre acesso à alimentação e à água.

As rações foram elaboradas segundo as exigências nutricionais do Software do NRC (1998) e a composição química dos ingredientes conforme Rostagno et al. (2000); foram fornecidas à vontade, sendo pesadas previamente e, no final do experimento, recolhidas e pesadas as sobras para efeito do cálculo de consumo e conversão alimentar.

Foi elaborada uma ração para a fase de crescimento (27,84 a 55,00 kg) e outra para a fase de terminação (55,00 a 93,36 kg), conforme as Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Composição centesimal, física e química das rações experimentais para suínos na fase de crescimento (matéria natural)

TABLE 1 – Centesimal, physical and chemical composition of experimental diets used to pigs on growing phase (as-fed basis)

Itens (Items), %	Níveis de inclusão de Casca de Soja, % (Soybean hull levels of inclusion, %)				
	0	4	8	12	16
Milho moído ( <i>Grinded corn</i> )	75,73	71,47	67,10	62,73	58,35
Casca de soja moída ( <i>Grinded Soybean hull</i> )	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )	21,70	21,43	21,18	20,92	20,67
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	0,0	0,62	1,28	1,95	2,61
Calcário ( <i>Limestone</i> )	0,65	0,56	0,51	0,46	0,42
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95
Sal comum ( <i>Salt</i> )	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Supl. Vit. Min. ( <i>Vit. Min. premix</i> ) <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Promotor de cresc. ( <i>Growth promoter</i> )	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>TOTAL (TOTAL)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Valores determinados (Analyzed values, as-fed basis)<sup>2</sup></b>					
Matéria seca ( <i>Dry matter</i> ), %	90,31	90,70	90,30	91,04	90,99
Proteína bruta, ( <i>Crude protein</i> ), %	15,30	15,95	15,87	16,54	16,65
Extrato Etéreo ( <i>Ether extract</i> ), %	2,83	3,21	3,07	4,06	4,66
Cálcio, ( <i>Calcium</i> ), %	0,62	0,58	0,58	0,49	0,60
Fósforo total, ( <i>Total phosphorus</i> ), %	0,41	0,47	0,44	0,42	0,42
FDA ( <i>ADF</i> ), %	4,07	5,10	6,26	8,20	10,12
FDN ( <i>NDF</i> ), %	14,29	23,18	20,84	23,05	22,69
Hemicelulose ( <i>Hemicelulose</i> ), %	10,22	18,08	14,58	14,85	12,57
DGM ( <i>GMP</i> ), $\mu\text{m}$	516	460	562	486	494

<sup>1</sup>-Suplemento vitamínico mineral para suínos em crescimento. Composição por kg do produto: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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. (*Vitaminic and mineral premix for growing pigs. Composition per kg of product: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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.*) <sup>2</sup>-Valores obtidos no LANA/UEM: FDA - fibra em detergente ácido, FDN - fibra em detergente neutro e DGM - Diâmetro geométrico médio. (*Analyzed values from LANA-UEM: ADF - Acid detergent fiber, NDF - Neutral detergent fiber and GMP- Geometric mean particle size*)

A granulometria das rações foi determinada segundo metodologia descrita por Zanotto & Bellaver (1996).

TABELA 2 - Composição centesimal, física e química das rações experimentais para suínos na fase de terminação (matéria natural)

TABLE 2 - Centesimal, physical e chemical composition of experimental diets used to pigs on finishing phase (as-fed basis)

Itens (Items), %	Níveis de inclusão de Casca de Soja, % (Soybean hull levels of inclusion, %)				
	0	4	8	12	16
Milho moído (Grinded corn)	79,98	75,69	71,32	66,95	62,57
Casca de soja moída (Grinded Soybean hull), %	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
Farelo de soja (Soybean meal)	17,89	17,62	17,37	17,11	16,86
Óleo de soja (Soybean oil)	0,0	0,61	1,27	1,94	2,60
Calcário (Limestone)	0,61	0,56	0,51	0,46	0,42
Fosfato bicálcico (Dicalcium phosphate)	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75
Sal comum (Salt)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Supl. Vit. Min. (Vit. Min. premix) <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
TOTAL (TOTAL)	100	100	100	100	100
Valores determinados (Analyzed values, as-fed basis) <sup>2</sup>					
Matéria seca (Dry matter), %	89,87	90,15	90,56	90,66	91,04
Proteína bruta (Crude protein), %	14,21	14,80	15,09	14,81	15,03
Extrato Etéreo (Ether extract), %	2,76	3,21	3,37	4,36	4,41
Cálcio, % (Calcium, %)	0,50	0,48	0,48	0,63	0,51
Fósforo total, % (Total phosphorus, %)	0,44	0,43	0,42	0,48	0,49
FDA (ADF), %	4,06	5,47	7,47	8,03	9,13
FDN (NDF), %	14,25	20,35	21,30	21,06	21,47
Hemicelulose (Hemicelulose), %	10,19	14,88	13,83	13,03	12,34
DGM (GMP), $\mu\text{m}$	471	495	508	507	538

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico mineral para suínos em terminação. Composição por kg do produto: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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. (Vitaminic and mineral premix for finishing pigs. Composition per kg of product: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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). <sup>2</sup>Valores obtidos no LANA/UEM: FDA - fibra em detergente ácido, FDN - fibra em detergente neutro e DGM - Diâmetro geométrico médio. (Analyzed values from LANA-UEM: ADF - Acid detergent fiber, NDF - Neutral detergent fiber and GMP- Geometric mean particle size)

Os animais foram pesados no início, aos 34 dias e no final do experimento. Por ocasião das pesagens, realizou-se também a coleta de sangue para a determinação do nitrogênio da uréia plasmática (NUP). As coletas de sangue (aproximadamente 10 mL) foram realizadas pela manhã, sem jejum prévio, por meio de punção na veia cava anterior (cranial), com auxílio de seringas de 20 mL e agulhas de 40/10. O anti-coagulante usado foi a heparina sódica. Após a coleta, as amostras foram centrifugadas (3.000 rpm, raio de aproximadamente 15 cm, por 15 minutos) para obtenção do plasma.

Na seqüência, foram transferidos 3 mL de plasma (em duplicata) para “ependorfes” que foram armazenados em freezer (-20°C), para posteriores análises das concentrações de NUP, de acordo com metodologia descrita por Marsh et al. (1965).

A partir dos dados de consumo e de ganho de peso verificados em cada período experimental, foi calculado o consumo diário de ração (CDR), o ganho de peso médio diário (GDP) e a conversão alimentar (CA).

Para estudar a viabilidade econômica da inclusão de níveis crescentes de CS nas dietas dos suínos, foi determinado o custo em ração por kg de peso vivo ganho, segundo Bellaver et al. (1985), conforme descrito abaixo:

$$Y_i \text{ (R\$/kg)} = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

em que:

$Y_i$  = custo da ração por kg de peso vivo ganho no  $i$ -enésimo tratamento;

$Q_i$  = quantidade de ração consumida no  $i$ -enésimo tratamento;

$P_i$  = preço por kg da ração utilizada no  $i$ -enésimo tratamento;

$G_i$  = ganho de peso do  $i$ -enésimo tratamento;

Foi calculado também o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Gomes et al. (1991).

$$\text{IEE (\%)} = \frac{\text{MCe}}{\text{CTei}} \times 100 \text{ e } \text{IC (\%)} = \frac{\text{CTei}}{\text{MCe}} \times 100$$

em que:

MCe = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos;

CTei = custo do tratamento  $i$  considerado.

Foram usados os preços dos insumos praticados na região de Maringá/PR para calcular os custos das rações experimentais. O milho (grão) custou R\$ 0,32/kg, o farelo de soja R\$ 0,53/kg, o óleo de soja R\$ 1,70/kg e a casca de soja R\$ 0,19/kg (36% do valor do farelo de soja).

Na fase de crescimento, a espessura de toucinho foi determinada com o uso de ultra-som Lean Meater (Renco<sup>®</sup>), na posição P<sub>2</sub>, a altura da última costela. Na fase de terminação, foi utilizado o aparelho Sono-Grader (Renco<sup>®</sup>) que mede também a profundidade de lombo na posição P<sub>2</sub>.

Com o objetivo de avaliar as características quantitativas de carcaça foram abatidos 20 animais, sendo quatro por tratamento. Estes animais que representam o peso

médio de cada tratamento, passaram por um jejum de sólidos de 20 h antes do abate; foram abatidos, segundo procedimentos de rotina, no abatedouro da Fazenda Experimental de Iguatemi/FEI/UEM. As carcaças foram resfriadas (1-2°C) por 24 h e, posteriormente, avaliadas segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973).

A meia carcaça esquerda foi cortada perpendicularmente à linha dorso-lombar no local onde é feita a segunda leitura da ET. Este corte tem a finalidade de expor a área de olho de lombo para que, com o auxílio de plástico transparente e caneta de retroprojetor, seja feito o contorno do músculo *Longissimus dorsi* e da área de gordura. Posteriormente, com auxílio do software Spring (1996), foram determinadas as áreas de olho de lombo e de gordura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições de dois animais por unidade experimental/baia.

Os resultados obtidos para os níveis de inclusão foram submetidos à análise de regressão polinomial que utilizou o software SAEG (UFV, 2004), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + b_1(N_i - N) + b_2(N_i - N)^2 + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$  = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada unidade experimental  $j$ , recebendo o nível  $i$  de CS;

$\mu$  = constante geral associada a todas as observações;

$b_1$  = coeficiente de regressão linear do nível de CS sobre a variável  $Y$ ;

$b_2$  = coeficiente de regressão quadrático do nível de CS sobre a variável  $Y$ ;

$N_i$  = níveis de CS nas rações, sendo  $i = 4; 8; 12$  e  $16\%$ ;

$N$  = nível médio de CS nas rações;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Os valores de NUP observados, no início do experimento (*baseline*), foram usados como co-variável para a análise de NUP nas fases de crescimento e terminação. Para a análise estatística do NUP e das características de carcaça, cada animal foi considerado uma unidade experimental.

Foi utilizado o teste de Dunnett a 5% (Sampaio, 1998) para a comparação dos resultados obtidos entre a ração testemunha (nível zero de CS moída) com cada um dos níveis de substituição de CS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos ao desempenho e ao NUP dos suínos alimentados com níveis crescentes de CS moída na dieta, nas fases de crescimento e terminação, são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Médias e erros-padrão do peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA), nitrogênio da uréia plasmática (NUP), espessura de toucinho (ET-P<sub>2</sub>) e profundidade de lombo (PL) de suínos alimentados com dietas, contendo níveis crescente de CS nas fases de crescimento e terminação

TABLE 3 – Means and standard error means of initial weight (IW), final weight (FW), daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed:gain ratio (F:G), plasma urea nitrogen (PUN), backfat thickness (BT) and loin depth (LD) of growing-finishing pigs fed on different levels of soybean hull

Itens (Items), %	Níveis de inclusão de Casca de Soja, % (Soybean hull inclusion levels, %)					Média ± EP <sup>1</sup> (Average ± SEM)
	0	4	8	12	16	
Crescimento (Growing)						
PI, (IW), kg	28,19	27,82	27,87	27,76	27,59	27,84±1,7
PF, (FW), kg	55,28	55,21	53,66	54,69	56,18	55,00±2,8
CDR, (DFI), kg	2,04	1,95	1,94	1,94	2,05	1,98±0,19
GDP, (DWG), g	797	806	758	792	841	799 ± 84
CA (F: G)	2,58	2,42	2,55	2,45	2,44	2,48±0,11
NUP, (PUN), mg/dL	8,63	7,64	8,82	8,91	8,16	8,43±2,13
ET-P <sub>2</sub> (BT), mm	9,2	8,6	9,1	8,7	8,4	8,82±1,22
Terminação (Finishing)						
PI, (IW), kg	55,28	55,21	53,66	54,69	56,18	55,00±2,8
PF, (FW), kg	94,01	91,62	90,06	94,28	96,86	93,36±6,2
CDR, (DFI), kg	2,53	2,45	2,48	2,63	2,69	2,56±0,29
GDP, (DWG), g	842	792	791	861	885	834 ± 86
CA (F: G)	2,99	3,09	3,13	3,05	3,05	3,06±0,14
NUP, (PUN), mg/dL	8,65	8,74	9,04	7,79	8,18	8,48±1,52
ET-P <sub>2</sub> (BT), mm	13,0	11,7	11,4	11,2	11,6	11,8±2,38
PL <sup>2</sup> -P <sub>2</sub> (LD), mm	57,12	54,75	53,62	56,87	51,37	54,75±5,34

<sup>1</sup>- Erro-padrão – EP; (Standard error means - SEM) – <sup>2</sup>- Profundidade de lombo; (Loin depth).

A comparação dos resultados de desempenho, entre os níveis crescentes de inclusão de CS moída e a ração testemunha (RT) ou nível zero, nas duas fases do

experimento, não apresentou diferenças ( $P>0,05$ ). Na fase de crescimento, os valores médios para CDR, GDP e CA foram, respectivamente, de 1,98 kg, 799 g e 2,48. Para a fase de terminação, citados na mesma ordem, foram 2,56 kg, 834 g e 3,06.

Chee et al. (2005), utilizando 10% de CS em dietas para suínos em crescimento, encontraram valores ligeiramente superiores para CDR, similares para GDP e uma pior conversão alimentar. Na fase de terminação, estes autores utilizaram 12% de CS e obtiveram um CDR de 1,86 kg e GDP de 0,583 kg, sendo, portanto, bem inferiores aos obtidos neste estudo. A CA, porém, foi semelhante.

Quando os dados foram analisados sem a inclusão do nível zero houve resposta quadrática, na fase de crescimento, para o GDP ( $\hat{Y} = 0,8840 - 0,0264X + 0,0015X^2$ ;

$R^2 = 0,83$ ) e para a CA ( $\hat{Y} = 2,2854 + 0,0456X - 0,0023X^2$ ;  $R^2 = 0,71$ ). O menor GDP e a pior CA foram observados, respectivamente, para os níveis de inclusão de 8,8 e 9,9% de CS moída. Na fase de terminação, foi observada resposta linear para o CDR ( $\hat{Y} = 2,3398 + 0,0222X$ ;  $R^2 = 0,79$ ) e para o GDP ( $\hat{Y} = 0,745 + 0,0087X$ ;  $R^2 = 0,64$ ).

O NUP não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela inclusão de CS, tanto no crescimento como na terminação. A comparação do nível zero (ração testemunha – RT) com os demais níveis de inclusão também não indicou diferença ( $P>0,05$ ). Esses resultados sugerem que os níveis de inclusão de CS moída não interferiram no balanço de nitrogênio da dieta.

Os resultados referentes à análise econômica da inclusão da CS moída nas dietas dos suínos em crescimento e terminação são apresentados na Tabela 4.

Os diferentes níveis de inclusão de CS moída nas dietas não promoveram diferenças no Índice de Eficiência Econômica. Entretanto, deve-se levar em consideração que, à medida que se eleva a % de CS moída na dieta, há a necessidade de aumentar também a quantidade de óleo ou outra fonte de energia, o que pode inviabilizar economicamente o seu uso.

A diferença numérica entre o menor e o maior custo da ração por kg de peso vivo (CR – R\$/kg PV ganho), tanto para a fase de crescimento como para a terminação, foi de 5,9%.

O uso da CS moída está vinculado ao preço do milho, bem como ao do ingrediente usado para preencher o requerimento de energia da dieta (por ex. óleo de soja). Quando o preço do milho aumenta e do óleo ou da banha diminui, o uso da CS torna-se atraente.

TABELA 4 - Custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) para suínos em crescimento e terminação, alimentados com dietas que contêm níveis crescentes de inclusão de casca de soja.

TABLE 4 - Diet cost per kilogram, cost in diet per kilogram of pig produced (CD), economic efficiency index (EEI) and cost index (CI) for growing-finishing pigs fed on different levels of soybean hull

Itens ( <i>Items</i> )	Nível de inclusão da casca de soja, % ( <i>Soy bean hull inclusion levels, %</i> )					Média – DP <sup>1</sup> ( <i>Average ± SD</i> )
	0	4	8	12	16	
<i>Crescimento (Growing)</i>						
Peso médio inicial ( <i>Average final weight</i> ), kg	28,19	27,82	27,87	27,76	27,59	27,84 ± 2,13
Peso médio final ( <i>Average initial weight</i> ), kg	55,28	55,21	53,66	54,69	56,18	55,00 ± 2,8
Custo da ração ( <i>Diet cost</i> ), R\$	0,523	0,529	0,535	0,542	0,548	-
CR, R\$/kg PV ganho ( <i>CD, R\$/kg BW gain</i> )	1,35	1,27	1,35	1,31	1,31	NS
IEE ( <i>EEI</i> )	94,07	100	94,07	96,95	96,95	-
IC ( <i>CI</i> )	106,3	100	106,3	103,1	103,1	-
<i>Terminação (Finishing)</i>						
Peso médio inicial ( <i>Average final weight</i> ), kg	55,28	55,21	53,66	54,69	56,18	55,00 ± 2,8
Peso médio final ( <i>Average initial weight</i> ), kg	94,01	91,62	90,06	94,28	96,86	93,36 ± 6,2
Custo da ração ( <i>Diet cost</i> ), R\$	0,371	0,377	0,384	0,390	0,397	-
CR, R\$/kg PV ganho ( <i>CD, R\$/kg LW gain</i> )	1,11	1,16	1,18	1,16	1,18	NS
IEE ( <i>EEI</i> )	100	95,69	94,07	95,69	94,07	-
IC ( <i>CI</i> )	100	104,5	106,3	104,5	106,3	-

<sup>1</sup> – Desvio padrão – DP; (*Standard deviation - SD*); NS – Não significativo (*NS – No significant*)

Os valores médios referentes à avaliação das carcaças dos suínos encontram-se na Tabela 5.

A quebra por resfriamento (QR; P= 0,052) evidenciou resposta linear crescente, já o rendimento de carcaça quente (RCQ; P= 0,024) e fria (RCF; P= 0,008) apresentou resposta linear decrescente em função da inclusão de CS. Como estas são características inter-relacionadas o efeito em uma é refletido na outra.

A espessura de toucinho (ET), uma variável de maior importância econômica, reduziu de forma linear (P=0,067) com a inclusão da CS moída. Shriver et al. (2003), num estudo em que houve a inclusão de 10% de CS em dietas de baixo teor protéico com adição de aminoácidos sintéticos, também observaram redução (P<0,02) na ET.



Por outro lado, Bowers et al. (2000) verificaram que a ET diminuiu em suínos alimentados com dietas que contêm 3% de CS e, então, aumentou ( $P < 0,08$ ) com a elevação dos níveis de CS (6 e 9%). Isto pode tornar-se importante na cadeia produtiva da carne suína, uma vez que o mercado consumidor moderno requer carcaças suínas magras.

TABELA 5 – Valores médios de peso de abate (PA), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), quebra pelo jejum (QJ), quebra pelo resfriamento (QR), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF), espessura de toucinho (ET), comprimento de carcaça (CC), peso de pernil (PP), área de olho de lombo (AOL), área de gordura GOR) e relação carne: gordura (C:G) de suínos alimentados com dietas que contêm níveis crescentes de casca de soja nas fases de crescimento/terminação

TABLE 5 – Average values of slaughter weight (LW), hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), shrinkage fast (SF), shrinkage chilling (Sch), hot carcass yield (HCY), cold carcass yield (CCY), backfat thickness (BT), carcass length (CL), ham weight (HW), loin muscle area (LMA), backfat area (BA), meat: fat ratio (MFR) of pigs fed with different levels of soybean hull on growing-finishing phase

Itens (Items)	Nível de casca de soja, % (Soy bean hull inclusion levels, %)					CV <sup>1</sup>
	0	4	8	12	16	
Peso de abate, (Slaughter weight), kg	91,66	87,63	88,64	90,99	94,41	-
PCQ <sup>a</sup> , (HCW <sup>a</sup> ), kg	76,90	72,52	72,39	75,39	75,83	4,69
PCF <sup>a</sup> , (CCW <sup>a</sup> ), kg	74,94	70,23	70,17	72,65	73,28	4,70
QJ, (SF), %	2,92	3,25	2,83	3,05	3,46	18,45
QR <sup>b</sup> , (Sch), %	2,58	3,15	3,07	3,61	3,35	19,46
RCQ <sup>b</sup> , (HCY), %	83,84	82,75	81,66	82,87	81,20	1,57
RCF <sup>b</sup> , (CCY), %	81,68	80,15	79,16	79,87	78,47	1,73
ET <sup>b</sup> , (BT), mm	3,03	2,93	2,45	2,70	2,57	13,66
CC, (CL), cm	92,38	91,55	94,69	93,73	93,40	2,65
PP, (HW), kg	11,74	11,17	11,08	11,67	11,70	5,57
AOL, (LMA), cm <sup>2</sup>	44,33	41,62	41,37	42,73	39,89	7,32
GOR, (BA), cm <sup>2</sup>	20,85	19,00	19,95	17,03	16,60	25,85
C:G (MFR)	0,47	0,46	0,48	0,41	0,42	26,42

<sup>1</sup> - Coeficiente de variação (Coefficient of variation); <sup>a</sup> - Efeito Quadrático: PCQ =  $76,283 - 0,894X + 0,057X^2$ ; PCF =  $74,319 - 0,966X + 0,059 X^2$ ; <sup>b</sup> - Efeito Linear: QR =  $2,7487 + 0,05047X$ ; RCQ =  $82,4625 - 0,12919X$ ; ET =  $2,9665 - 0,02892X$ ; RCF =  $81,2047 - 0,16746X$ ; <sup>a</sup> - Quadratic effect: HCW; CCW; <sup>b</sup> - Linear effect: Sch; HCY; BT; CCY

No presente trabalho, foi constatado por Gomes et al. (2004) comportamento semelhante ao que ocorreu com as variáveis RCQ, RCF e ET, quando forneceram para suínos, em crescimento e terminação, uma ração experimental acrescida de 8% de FDN. Num estudo conduzido por DeCamp et al. (2001) não foram observadas alterações no desempenho de suínos em terminação ao utilizarem CS, suplementada com energia. Estes autores sugerem o uso de até 10% de CS nas rações para suínos em terminação.

No presente estudo, apesar do efeito benéfico na redução da deposição de gordura nas carcaças, deve-se atentar para a QR, pois os dados indicam uma maior QR naquelas carcaças de animais que receberam CS em suas dietas (Tabela 5). Este evento pode estar associado à composição física do tecido muscular e do tecido adiposo, considerando que a carne contém mais água do que a gordura. As variáveis comprimento de carcaça, peso de pernil, quebra pelo jejum, área de olho de lombo e relação carne: gordura não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela inclusão de CS na ração. Nota-se, numericamente, uma menor relação C:G para aqueles animais que receberam dietas com níveis mais elevados de CS (12 e 16%). Isto tende a demonstrar que os animais que apresentaram menores ET também originaram uma melhor relação C:G, tornando-se desejáveis para a produção de cortes comerciais magros.

## CONCLUSÕES

Os resultados sugerem que a inclusão de até 16% de casca de soja moída nas dietas dos suínos em crescimento/terminação não traz prejuízos ao seu desempenho e pode produzir carcaças mais magras.

A viabilidade econômica do uso da casca de soja moída é dependente do seu custo relativo, comparado aos demais ingredientes usados nas rações, em especial, do milho e também do ingrediente usado para suprir as exigências de energia.

## LITERATURA CITADA

- ABCS. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaças**. Publicação Técnica nº 2. Estrela/RS, 1973, 17p.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- BOWERS, K.A.; BOWERS, C.T.; WEBER, T.E. et al. Evaluating Inclusion Levels of Soybean Hulls in Finishing Pig Diets. **Swine Day - Purdue University**. p.39-42. 2000.
- CHEE, K.M.; CHUN, K.S.H., B.D. et al. Comparative feeding values of soybean hulls and wheat bran for growing and finishing swine. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** v.18, n.6:861-867, 2005.
- DeCAMP, S.A.; HILL, B.; HANKINS, S.L. et al. Effects of soybeans hulls on pig performance, manure composition, and air quality. 2001. *Purdue Swine Research Reports*. p.84-89. 2001. Disponível em: <http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday01/13.pdf> >. Acesso em: 06/01/2005.
- GENTILINI, F. P. & LIMA, G. M. M. DE. 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.
- GOMES, J.D.F. Efeitos do incremento de fibra em detergente neutro (FDN) no crescimento e morfo histologia intestinal, na digestibilidade dos componentes dietéticos e nos parâmetros de carcaça de suínos nas fases de recria, crescimento-terminação. Botucatu:FMVZ, 1996, 110p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – FMVZ, 1996.
- GOMES, J.D.F.; SOBRAL, P.J.A.; FUKUSHIMA, R.S. et al. Efeito do incremento de parede celular (fibra em detergente neutro-FDN) sobre o desempenho produtivo, reprodutivo e características de carcaça de fêmeas suínas primíparas. 2002. Disponível em: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/viencuent/gomes.htm> > Acesso em 07/02/2004.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização de trigoilho para suínos**. Concórdia:EMBRAPA-CNPSA, 1991, p.1-2 (Comunicado Técnico, 179).
- KORNEGAY, E.T. Soybean hull digestibility by sows and feeding value for growing-finishing swine. **J. Anim. Sci.** n.53, p. 138-145, 1981.
- LIMA, G.J.M.M., GENTILINI, F.P., GUIDONI, A.L. et al. Utilização de casca de soja em dietas de suínos em crescimento e terminação. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 8, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia - ABRAVES. 1997. p.377-378.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of blood urea. **Clinical Chemistry**. v.11, n.578, 1965.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C., 1998. 189 p.

- RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n-4, p.1009-1015, 2004.
- ROSTAGNO, H.S.;ALBINO, L.F. T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1. ed. Viçosa:UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SAEG- **Sistemas De Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 7.1. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1997. 150p. (Manual do Usuário).
- SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte-MG, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 221p.
- SHRIVER, J.A.; CARTER, S.D.; SUTTON, A. L. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.81, p.492-502, 2003.
- SILVA, B. A. N. A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, Art. N.8. Publicado em 20/08/04. <<http://www.nutritime.com.br>> Acesso em 20/09/04.
- SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling Camara G, Souza, R.C.M., Freitas U.M., Garrido J. *Computers & Graphics*, 20:(3), 395-403, May-Jun, 1996. <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/spring.pdf>>
- ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; GUIDONI, A.L. et al. Granulometria e valor energético do milho para suínos. XXXIII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, FORTALEZA,CE,1996. Disponível em: <[http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/nut\\_n\\_rumi%5CSbz792.pdf](http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/nut_n_rumi%5CSbz792.pdf)>. Acesso em 15/06/2004.
- 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).

## V - USO DE SILAGEM DE CASCA DE SOJA MOÍDA OU NÃO NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

### RESUMO

O experimento teve como objetivo avaliar a influência da moagem e da ensilagem da casca de soja (CS) no desempenho e nas características de carcaça de suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 32 suínos híbridos, machos castrados e fêmeas, com peso vivo médio inicial de  $24,58 \pm 3,70$  kg e final de  $87,69 \pm 7,50$  kg. Os tratamentos consistiram de quatro rações experimentais: CSI - ração com casca de soja integral, CSM - ração com casca de soja moída (2,5 mm), SCSI - ração com silagem de casca de soja integral e SCSM - ração com silagem de casca de soja moída. A CS, independente da forma física e processamento, foi adicionada à ração numa quantidade de 16%, com base na matéria seca (91,87%). As rações continham 16,4% e 15,0% de proteína bruta e 3380 e 3360 kcal ED/kg, respectivamente, para as fases de crescimento e terminação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em um arranjo fatorial 2 x 2 (CS moída ou não e CS ensilada ou não), com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo que cada baia (2 animais) constituiu uma unidade experimental. Não houve efeito da moagem e nem da ensilagem da CS sobre o consumo diário de ração (CDR), no crescimento, e sobre o ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) no crescimento e na terminação. A moagem piorou o CDR e houve interação entre a moagem e ensilagem da CS na fase de terminação. A CS ensilada, tanto moída como integral, proporcionou maior peso de carcaça quente em comparação com a não-ensilada. Não houve interação entre a moagem e ensilagem da CS sobre as variáveis de carcaça estudadas. Nenhuma das variáveis qualitativas da carcaça foi influenciada pela moagem ou não da CS. Conclui-se que o processo de

moagem e/ou ensilagem não melhora a utilização da casca de soja na alimentação de suínos, quando adicionada em até 16%, nas fases de crescimento e terminação, bem como, não influencia as características qualitativas da carcaça.

Palavras-chave: alimento alternativo, carcaça, desempenho, nutrição

## ABSTRACT

The aim of the experiment was to assess the influence of grinder and ensilage of soybean hull (SH) on performance and carcass traits on the growing-finishing pigs. It was carried out an assay with 32 crossbred pigs, barrows and gilts, with initial BW of  $24.58 \pm 3.70$  kg and final BW of  $87.69 \pm 7.50$  kg. The treatments consisted of four diets: WSH – whole SH, GSH – grinded SH (2,5 mm), WSHS – whole SH silage and GSHS – grinded SH silage. The SH, independent of processing and physical form, was added on 16% (dry matter standardized on 97.87%). The diets contained 16.4 and 15.0% CP; 3,380 and 3,360 kcal ED/kg, respectively, for growing and finishing pigs. The design was a randomized blocks, with a factorial scheme 2 x 2 (SH grinded or no and SH silage or no), with four replicates and two pigs per experimental unit. There was no effect of grinder and ensilage of SH on DFI on growing and on DWG and F: G on growing-finishing. The grinder makes worsted the DFI and there was interaction between SH grinder and ensilage on finishing phase. The SH silage, both whole and grinded, provided better hot carcass weight in comparison with no silage. There was no interaction between SH grinder and ensilage on the carcass variables studied. None of the qualitative carcass variables was influenced by SH grinder or no. It was concluded that the grinder processing and/or ensilage does not improvement the SH use in the pigs nutrition, when included up to 16% on growing-finishing pigs, as well as does not influence the qualitative carcass traits.

Key-words: alternative feedstuffs, carcass, performance, nutrition

## INTRODUÇÃO

Na alimentação dos suínos modernos, o milho e a soja, bem como seus derivados são os ingredientes mais utilizados. Diversos alimentos alternativos, no entanto, podem ser usados em substituição parcial ao milho e soja.

A casca de soja (CS), subproduto da industrialização do grão de soja, apresenta um teor protéico superior ao do milho, porém, é pobre em energia (Bowers et al., 2000; Silva, 2004). Devido ao alto teor em fibra (mais do que 30% de fibra bruta), o estudo da CS na alimentação de não-ruminantes tem atraído pouco interesse dos pesquisadores. A CS, entretanto, tem sido utilizada pelos criadores de suínos sem resultados científicos que possam indicar qual a sua melhor forma de utilização (Lima et al., 1997).

O aproveitamento de ingredientes fibrosos pelos suínos está diretamente associado à composição da parede celular, à atividade microbiana no intestino grosso, bem como ao nível de utilização dos ácidos graxos voláteis produzidos no intestino grosso destes animais. A fibra dietética é formada por uma fração solúvel e outra insolúvel. Ambas promovem profundas mudanças no trato gastrointestinal de ordem fisiológicas e físico-químicas. Alteram as taxas de secreções endógenas e o fluxo de passagem da digesta. O aumento na velocidade de passagem do alimento promove um maior consumo, compensando, assim, a menor densidade energética da dieta.

As fibras também podem aumentar a capacidade de absorção de água e, conseqüentemente, alterar o volume, o pH e a fermentação da digesta, além da própria população microbiana intestinal. Tanto a fração solúvel como a insolúvel pode ter o acesso limitado à ação de certas enzimas. A primeira, ao associar-se água, forma certa barreira física frente às enzimas digestivas. A segunda, ao sofrer hidrólise parcial, sua viscosidade limita a digestão e absorção de certos nutrientes. Entretanto, tudo isso contribui para que chegue mais material ao intestino grosso, promovendo maior e melhor fermentação, reduzindo a produção de poluentes, via dejetos.

A forma de fornecimento desses subprodutos aos animais é outro aspecto a ser considerado, sob pena de comprometer o desempenho dos mesmos. Nesse sentido, o processo de ensilagem, segundo Santos et al., (2001), é uma alternativa que o criador tem para conservar resíduos agro-industriais, disponíveis em grandes quantidades em determinadas regiões do Brasil, e que apresentam alto potencial para uso na alimentação animal.



O processo de ensilagem 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, quando ensilados (Costa et al., 2001) e constitui-se num modo fácil e barato de armazenagem, com redução de perdas quantitativas e qualitativas dos alimentos (Jobim et al., 2001). Por outro lado, a adição de inoculante aos alimentos ensilados tem permitido a obtenção de um produto final de melhor qualidade. Entre os vários inoculantes disponíveis, pode-se destacar o inoculante enzimático microbiano, que tem mostrado ser eficiente na melhoria da qualidade nutricional das silagens (Jobim & Branco, 2002).

Um dos propósitos do suinocultor, dentro da cadeia produtiva da carne, é a transformação de alimentos ou subprodutos da agroindústria em produto nobre e de alto valor nutricional – a carne suína. O mercado consumidor, no entanto, a cada dia que passa, torna-se mais exigente. Por isso, quando o desempenho dos animais é avaliado perante um alimento não convencional, há necessidade de avaliar também quali e quantitativamente a carcaça destes animais.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar a influência da moagem e da ensilagem da CS no desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação, bem como a eficiência econômica de seu uso.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá/FEI/UEM, no período de dezembro de 2004 a março de 2005.

A casca de soja (CS) foi adquirida da Cooperativa Agroindustrial de Maringá – COCAMAR, na forma de casca de soja integral (CSI). Esta CS é denominada de “CS suja”, pois contém, além da CS, grãos de soja quebrados, pedaços de vagens, de caule (planta) e sementes de invasoras.

Para obtenção da CS moída (CSM), utilizou-se um moinho de martelos (28 martelos), com peneira contendo furos de 2,5 mm.

A silagem de CSI (SCSI) foi obtida com a adição de 20% de água e inoculante enzimático microbiano (Katec<sup>®</sup>) na dosagem recomendada para ensilagem de volumosos (4 g/ton.) e, posteriormente, ensilada em tambores de polietileno com capacidade para 200 litros. Processo semelhante foi feito para a silagem de CS moída (SCSM).

Os valores de pH das silagens foram obtidos segundo metodologia de Silva & Queiroz (2002) sendo de 4,9 para SCSI e de 4,8 para SCSM.

Os valores de MS, PB, ED, Ca e de P total foram de 71,55 e 69,80 %; 15,21 e 13,96%; 2.292 e 2.190 kcal/kg; 0,38 e 0,38; 0,23 e 0,22%, respectivamente, para a SCSI e SCSM.

Neste experimento, foram utilizados 32 suínos híbridos, machos castrados e fêmeas, com peso vivo médio inicial de  $24,58 \pm 3,7$  kg e final de  $87,69 \pm 7,50$  kg.

Os animais foram alojados em um galpão de alvenaria coberto com telhas de cimento amianto, dividido por um corredor central (1,0 m), com 10 baias ( $7,6 \text{ m}^2$  cada) de cada lado. Cada baia possuía dois bebedouros, tipo chupeta, no fundo e um comedouro semi-automático de dois lugares, localizado frontalmente. Estas baias apresentavam ainda, ao fundo, uma lâmina d água de 10 cm de profundidade por 80 cm de largura, com renovação total da água 2 vezes por semana.

Os tratamentos consistiram de quatro rações isoenergéticas, a saber: CSI – Ração basal + CS integral; CSM – Ração basal + CS moída (2,5 mm); SCSI – Ração basal + silagem de CS integral e SCSM – Ração basal + silagem de CS moída. O percentual de inclusão de CS, independente da forma, foi de 16% (base MS).

As rações foram elaboradas segundo as exigências nutricionais do NRC (1998) e os valores dos nutrientes conforme Rostagno et al. (2000), contendo 16,4 e 15,0 % de PB e 3.380 e 3.360 kcal de ED/kg, para as fases de crescimento e terminação, respectivamente. Aquelas que continham CSI, SCSM e SCSI foram misturadas, a cada dois dias, a um concentrado contendo os demais ingredientes, previamente misturados. As rações foram fornecidas à vontade, sendo pesadas previamente e, no final do experimento, recolhidas e pesadas as sobras para efeito do cálculo de consumo e conversão alimentar.

As análises de granulometria das rações foram realizadas conforme descrito por Zanotto & Bellaver (1996).

Foi elaborada uma ração para a fase de crescimento ( $24,58 \pm 3,70$  -  $53,62 \pm 6,23$  kg) e outra para a fase de terminação ( $53,62 \pm 6,23$  -  $87,69 \pm 7,50$  kg), conforme as Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 - Composição centesimal, química e energética das rações experimentais para suínos na fase de crescimento (na matéria natural)

TABLE 1 – Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets used to pigs on growing phase (as-feed basis)

Itens (Items), %	TRATAMENTOS (Treatments)			
	CSI	CSM	SCSI	SCSM
Milho moído ( <i>Grinded corn</i> )	60,30	59,70	56,20	55,98
Casca de soja integral ( <i>Whole soybean hull</i> )	17,40	-	-	-
Casca de soja moída ( <i>Grinded soybean hull</i> )	-	17,40	-	-
Silagem de CS integral ( <i>Whole soybean hull silage</i> )	-	-	22,90	-
Silagem de CS moída ( <i>Grinded soybean hull silage</i> )	-	-	-	22,36
Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )	18,15	18,26	17,22	17,77
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	1,79	2,29	1,39	1,62
Calcário ( <i>Limestone</i> )	0,40	0,39	0,40	0,38
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	0,96	0,96	0,89	0,89
Sal comum ( <i>Salt</i> )	0,40	0,40	0,40	0,40
Supl. Vit. Min. ( <i>Vit. Min. premix</i> ) <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40
Promotor de crescimento ( <i>Growth promoter</i> )	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>TOTAL (TOTAL)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Proteína bruta ( <i>Crude protein</i> ), %	16,4	16,4	16,4	16,4
ED ( <i>DE</i> ), kcal/kg	3.380	3.380	3.380	3.380
Cálcio, (Calcium), %	0,55	0,55	0,55	0,55
Fósforo total, ( <i>Total phosphorus</i> ), %	0,48	0,48	0,48	0,48
FB ( <i>CF</i> ) <sup>2</sup> , %	6,10	6,88	7,01	6,15
FDA ( <i>ADF</i> ) <sup>2</sup> , %	9,24	9,29	9,50	9,30
FDN ( <i>NDF</i> ) <sup>2</sup> , %	20,33	20,35	21,33	20,65
Hemicelulose ( <i>Hemicelulose</i> ), %	11,09	11,06	11,83	11,35
DGM ( <i>GMP</i> ) <sup>3</sup> , $\mu m$	572	448	650	530

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico mineral para suínos em crescimento. Composição por kg do produto: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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. (*Vitaminic and mineral premix for growing pigs. Composition per kg of product: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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.*)

<sup>2</sup> Valores obtidos no LANA/UEM (*Analyzed values from LANA-UEM*); FDA - fibra em detergente ácido (*ADF – Acid detergent fiber*); FDN – Fibra em detergente neutro (*Neutral detergent fiber*); DGM - Diâmetro geométrico médio (*GMP- Geometric mean particle size*).

TABELA 2 - Composição centesimal, química e energética das rações experimentais para suínos na fase de terminação (na matéria natural)

TABLE 2 - Centesimal, chemical and energetic composition of experimental diets use to pigs on finishing phase (as-feed basis)

Itens ( <i>Items</i> ), %	TRATAMENTOS (Treatments)			
	CSI	CSM	SCSI	SCSM
Milho moído ( <i>Grinded corn</i> )	65,14	64,08	61,04	60,82
Casca de soja integral ( <i>Whole soybean hull</i> )	17,40	-	-	-
Casca de soja moída ( <i>Grinded soybean hull</i> )	-	17,40	-	-
Silagem de CS integral ( <i>Whole soybean hull silage</i> )	-	-	22,90	-
Silagem de CS moída ( <i>Grinded soybean hull silage</i> )	-	-	-	22,36
Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )	14,22	14,42	13,29	13,84
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	1,28	1,93	0,89	1,11
Calcário ( <i>Limestone</i> )	0,40	0,41	0,40	0,39
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	0,76	0,76	0,68	0,68
Sal comum ( <i>Salt</i> )	0,40	0,40	0,40	0,40
Supl. Vit. Min. ( <i>Vit. Min. Mix</i> ) <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>TOTAL (<i>TOTAL</i>)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
ED ( <i>DE</i> ), kcal/kg	3.360	3.360	3.360	3.360
Proteína bruta ( <i>Crude protein</i> ), %	15,0	15,0	15,0	15,0
Cálcio, (Calcium), %	0,49	0,49	0,49	0,49
Fósforo total, ( <i>Total phosphorus</i> ), %	0,43	0,43	0,43	0,43
FB ( <i>CF</i> ) <sup>2</sup> , %	6,37	6,51	6,79	6,52
FDA ( <i>ADF</i> ) <sup>2</sup> , %	8,97	9,04	9,22	9,02
FDN ( <i>NDF</i> ) <sup>2</sup> , %	23,51	23,54	24,50	23,83
Hemicelulose ( <i>Hemicelulose</i> ), %	14,54	14,50	15,28	14,81
DGM ( <i>GMP</i> ) <sup>3</sup> , $\mu\text{m}$	504	448	643	504

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral para suínos em terminação. Composição por kg do produto: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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. (*Vitaminic and mineral premix for finishing pigs. Composition per kg of product: Vit. A=1.500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>=375.000 UI; Vit. E=3.750 UI; Vit. K<sub>3</sub>=375,0 mg; Vit. B<sub>1</sub>=250,0 mg; Vit. B<sub>2</sub>=1.000,0 mg; Vit. B<sub>6</sub>=500,0 mg; Vit. B<sub>12</sub>=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.*)

<sup>2</sup>Valores obtidos no LANA/UEM (*Analyzed values from LANA-UEM*); FDA - fibra em detergente ácido (*ADF - Acid detergent fiber*); FDN - fibra em detergente neutro (*Neutral detergent fiber*); DGM - Diâmetro geométrico médio (*GMP- Geometric mean particle size*).

As pesagens dos suínos ocorreram no início e no final de cada fase que coincidiu com a coleta de sangue para posterior determinação do nitrogênio da uréia plasmática (NUP). As coletas de sangue (aproximadamente 10 mL) foram realizadas pela manhã, sem jejum prévio, por meio de punção na veia cava anterior (cranial), com auxílio de seringas de 20 mL e agulhas de 40/10 mm. Foi utilizado heparina sódica como anti coagulante. Após a coleta, as amostras foram centrifugadas (3.000 rpm, raio de aproximadamente 15 cm, por 15 minutos) para obtenção do plasma. Na seqüência, foram transferidos três mL de plasma (em duplicata) para “ependorfes” que foram armazenados em freezer (-20°C), para posteriores análises das concentrações de NUP, de acordo com metodologia descrita por Marsh et al. (1965).

A partir dos dados de consumo e de ganho de peso verificados em cada período experimental, o consumo diário de ração (CDR), o ganho de peso médio diário (GPD) e a conversão alimentar (CA) foram calculados. Também foi medida a espessura de toucinho (ET) nas fases de crescimento e de terminação e a profundidade de lombo (PL) na terminação.

A espessura de toucinho na fase de crescimento foi determinada com o uso de ultra-som Lean Meater (Renco<sup>®</sup>), na posição P<sub>2</sub>, a altura da última costela. Na fase de terminação foi utilizado o aparelho Sono-Grader (Renco<sup>®</sup>) que mede também a profundidade de lombo na posição P<sub>2</sub>.

Visando avaliar as características quantitativas de carcaça, foram abatidos 16 animais, sendo quatro por tratamento. Estes animais, representando o peso médio de cada tratamento, passaram por um jejum de sólidos de 20 h antes do abate; foram abatidos, segundo procedimentos de rotina, no abatedouro da Fazenda Experimental Iguatemi-FEI/UEM. As carcaças foram resfriadas (1-2°C) por 24 h e, posteriormente, avaliadas segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973).

A meia carcaça esquerda foi cortada perpendicularmente à linha dorso-lombar no local onde é feita a segunda leitura da ET. Este corte tem a finalidade de expor a área de olho de lombo para que, com auxílio de plástico transparente e caneta de retroprojeter, seja feito o contorno do músculo *Longissimus dorsi* e da área de gordura. Posteriormente, com auxílio do software Spring (1996) foram determinadas as áreas de olho de lombo e de gordura.

Para analisar a viabilidade econômica da inclusão de níveis crescentes de CS nas dietas dos suínos, foi determinado o custo em ração por kg de peso vivo ganho, segundo Bellaver et al. (1985), conforme fórmula abaixo:

$$Y_i \text{ (R\$/kg)} = \frac{P_i \times Q_i}{G_i}$$

em que:

$Y_i$  = custo da ração por kg de peso vivo ganho no  $i$ -enésimo tratamento;

$P_i$  = preço por kg da ração utilizada no  $i$ -enésimo tratamento;

$Q_i$  = quantidade de ração consumida no  $i$ -enésimo tratamento;

$G_i$  = ganho de peso do  $i$ -enésimo tratamento;

Foram calculados também o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Gomes et al. (1991), conforme fórmula descrita abaixo:

$$\text{IEE (\%)} = \frac{\text{MCe}}{\text{CTei}} \times 100 \text{ e } \text{IC (\%)} = \frac{\text{CTei}}{\text{MCe}} \times 100$$

em que:

MCe = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos;

CTei = custo do tratamento  $i$  considerado.

Para calcular os custos das rações experimentais foram usados os preços dos insumos praticados na região de Maringá/PR. O milho (grão) custou R\$ 0,32/kg, o farelo de soja R\$ 0,53/kg, o óleo de soja R\$ 1,70/kg e a casca de soja R\$ 0,19/kg (36% do valor do farelo de soja).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 2 x 2 (CS moída ou integral e CS ensilada ou não), com quatro tratamentos e quatro repetições de dois animais por unidade experimental/baia.

Os dados obtidos no desempenho e das carcaças foram submetidos à análise de variância e teste F ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o software SAEG (UFV, 1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + E_j + ME_{ij} + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$  = valor observado nas variáveis moagem  $i$  e ensilagem  $j$ ;

$\mu$  = constante geral associada a todas as observações;

$M_i$  = efeito (principal) da moagem  $i$  da CS ( $i = 1, 2$ )

$E_j$  = efeito (principal) da ensilagem  $j$  ( $j = 1, 2$ )

$ME_{ij}$  = efeito da interação da moagem  $i$  e ensilagem  $j$ ;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ij}$ .

Os valores de NUP observados, no início do experimento (*baseline*), foram usados como co-variável para a análise de NUP nas fases de crescimento e terminação. Para a análise estatística do NUP e das características de carcaça cada animal foi considerado uma unidade experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desempenho e de NUP, referentes às fases de crescimento e terminação, são apresentados na Tabela 3.

Na fase de crescimento não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis CDR, GDP e CA. Não houve, portanto, efeito nem da moagem nem da ensilagem da CS sobre essas variáveis de desempenho.

Os valores referentes ao CDR, GDP e CA, tanto no crescimento como na terminação, foram similares aos observados por Chee et al. (2005), com exceção do CDR e GDP, que na fase de terminação foram superiores. Estes autores trabalharam com a inclusão de CS na dieta dos suínos da ordem de 10 e 12% para a fase crescimento e terminação, respectivamente.

Os animais que receberam SCSi integral, na forma de silagem, apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) CDR na terminação, conforme mostra a Tabela 3. Este CDR foi 20,5% maior do que o CDR dos animais que evidenciaram o menor consumo, ou seja, daqueles que receberam silagem de SCSM.

A ração que contém silagem de CS integral, possivelmente, apresentou melhor palatabilidade do que as demais. O teor de fibra, certamente, não foi o que determinou este consumo superior, haja vista que os animais que receberam CSI não apresentaram o mesmo comportamento de ingestão. A silagem de CSM foi mais difícil de compactar do que a silagem CSI. Isto pode ter alterado o processo fermentativo e, por conseguinte, determinar uma menor palatabilidade.

TABELA 3 – Médias e erros-padrão do consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e nitrogênio da uréia plasmática (NUP) de suínos alimentados com dietas que contêm CS integral e/ou moída, ensilada e/ou não, nas fases de crescimento e terminação

TABLE 3 – Means and standard error of daily fed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed: gain ratio (F: G) and plasma urea nitrogen (PUN) of pigs feed with whole and/or grinded SH, silage and/or not on growing-finishing

	Casca de Soja (Soybean hull)		Média ± EP <sup>1</sup> (Means ± SEM) <sup>1</sup>
	Integral (Whole)	Moída (Grinded)	
<u>CDR – Crescimento (DFI - Growing), kg</u>			
Ensilada (Silage)	2,06	2,00	2,03 ± 0,22
Não-ensilada (No silage)	1,78	2,01	1,89 ± 0,28
Média ± EP	1,92 ± 0,11	2,01 ± 0,07	1,96 ± 0,09
<u>GDP – Crescimento (DWG – Growing), g</u>			
Ensilada (Silage)	813	779	796 ± 68
Não-ensilada (No silage)	707	757	732 ± 82
Média ± EP	760 ± 23,17	768 ± 25,91	764 ± 28,28
<u>CA – Crescimento (F:G – Growing)</u>			
Ensilada (Silage)	2,54	2,57	2,55 ± 0,12
Não-ensilada (No silage)	2,51	2,68	2,59 ± 0,27
Média ± EP	2,52 ± 0,04	2,62 ± 0,09	2,57 ± 0,07
<u>NUP - Crescimento (PUN - Growing), ml/dL</u>			
Ensilada (Silage)	16,48	17,46	16,97 ± 3,20
Não-ensilada (No silage)	14,89	17,05	15,97 ± 4,04
Média ± EP	15,69 ± 1,35	17,25 ± 1,18	16,47 ± 1,28
<u>CDR – Terminação (DFI – Finishing), kg</u>			
Ensilada (Silage)	2,93 <sup>Aa</sup>	2,33 <sup>b</sup>	2,63 ± 0,37
Não-ensilada (No silage)	2,51 <sup>B</sup>	2,56	2,53 ± 0,26
Média ± EP	2,72 ± 0,11	2,44 ± 0,09	2,58 ± 0,11
<u>GDP – Terminação (DWG – Finishing), kg</u>			
Ensilada (Silage)	884	774	829 ± 104
Não-ensilada (No silage)	803	798	800 ± 73
Média ± EP	843 ± 27,56	786 ± 32,88	814 ± 28,28
<u>CA – Terminação (F:G – Finishing)</u>			
Ensilada (Silage)	3,32	3,04	3,18 ± 0,26
Não-ensilada (No silage)	3,13	3,21	3,17 ± 0,18
Média ± EP	3,22 ± 0,07	3,12 ± 0,08	3,17 ± 0,07
<u>NUP – Terminação (PUN - Finishing), ml/dL</u>			
Ensilada (Silage)	17,41	18,24	17,83 ± 4,09
Não-ensilada (No silage)	17,04	16,43	16,73 ± 2,86
Média ± EP	17,22 ± 1,25	17,33 ± 1,28	17,28 ± 1,24

\* - Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna e letras minúsculas diferentes na linha, diferem pelo teste F (P<0,05). <sup>1</sup> – Erro Padrão; (Means followed by capital different letters in the column and small different letters, differ (P< 0,05) by F test. <sup>1</sup>- Standard error means).

Na terminação, o CDR foi influenciado (P = 0,046) pela moagem e houve interação (P = 0,021) entre a moagem e ensilagem da CS (Tabela 3). Nesta fase, o maior



CDR (2,93 kg) do tratamento SCSI em relação aos demais se deveu, provavelmente, a maior palatabilidade da silagem de CS integral. Considerando os valores numéricos ( $P > 0,05$ ), os animais que receberam SCSI apresentaram CDR 15,7% e 16,7% superiores aos que receberam CSI, para as fases de crescimento e terminação, respectivamente. Da mesma forma, para o GDP, citado na mesma ordem, a diferença numérica foi de 15% e 10%.

O GDP (Tabela 3) para a CS ensilada em relação à não-ensilada, independente da forma física, apresentou diferença numérica ( $P > 0,05$ ) de 8,7% e 3,6%, respectivamente, para as fases de crescimento e terminação. Para Kendall et al. (1999), o fornecimento de fibra (CS) para os suínos serve de fonte de energia aos microorganismos do intestino grosso para a produção de proteína microbiana e de ácidos graxos voláteis (AGV). Ainda, segundo estes autores, esta energia adicional, na forma de AGV, pode ser usada na síntese protéica ou lipídica. Talvez a silagem de CS integral contribua mais para este processo e, assim, possa explicar o melhor GDP, numericamente, apresentado pelo tratamento que continha SCSI.

Mesmo reduzindo o CDR, na fase de terminação, a CS moída e ensilada não alterou o GDP e a CA dos suínos, quando adicionada em até 16% nas rações de crescimento e terminação. O NUP, tanto no crescimento como na terminação, não sofreu efeito das dietas (Tabela 3). Esses dados indicam que as dietas não promoveram alterações no balanço de N dos animais.

A CA, tanto no crescimento como na terminação, foi similar para todos os tratamentos. O NUP também não sofreu efeito das dietas em nenhuma das fases (Tabela 3).

Na Tabela 4, são apresentados os dados de espessura de toucinho (ET), nas fases de crescimento e terminação e de profundidade de lombo (PL) na terminação.

A PL, na terminação e a ET no crescimento e na terminação, não diferiu entre si (Tabela 4) o que indica que não houve influência das dietas sobre estas variáveis.

Os dados relativos à análise econômica do uso da CS ensilada ou não, moída ou integral, em dietas de suínos em crescimento e terminação são mostrados na tabela 5.

Não houve diferença entre as dietas para a relação custo de ração (R\$) por kg de PV ganho em nenhuma das fases. Esse fato, associado ao desempenho dos animais, indica que a CS pode ser usada como qualquer uma das formas utilizadas neste estudo, muito embora, em quantidades limitadas. Assim, o uso da CS nas dietas dos suínos está condicionado ao preço do milho e do ingrediente usado para preencher as exigências de

energia (por exemplo, óleo de soja). Quando o custo do milho for elevado e o preço do óleo estiver baixo, torna-se mais viável economicamente o uso da CS.

TABELA 4 – Médias e erros-padrão da espessura de toucinho (ET) nas fases de crescimento e terminação e profundidade de lombo (PL) na terminação de suínos alimentados com dietas que contém CS integral e/ou moída, ensilada e/ou não

TABLE 4 – Means and standard error of back fat thickness (BT) on growing-finishing and loin profound (LP) on finishing of pigs feed with whole and/or grinded SH, silage and/or not

	Casca de Soja ( <i>Soybean hull</i> )		Média ± EP <sup>1</sup> (Means ± SEM) <sup>1</sup>
	Integral ( <i>Whole</i> )	Moída ( <i>Grinded</i> )	
ET – Crescimento ( <i>BT - Growing</i> ), mm			
Ensilada ( <i>Silage</i> )	9,62	9,00	9,31 ± 1,30
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	9,00	9,75	9,37 ± 1,41
Média ± EP	9,31 ± 0,53	9,37 ± 0,42	9,34 ± 0,47
ET– Terminação ( <i>BT- Finishing</i> ), mm			
Ensilada ( <i>Silage</i> )	12,12	11,50	11,81 ± 2,43
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	12,37	11,00	11,68 ± 1,85
Média ± EP	12,25 ± 0,66	11,25 ± 0,81	11,75 ± 0,75
*PL– Terminação ( <i>LP- Finishing</i> ), mm			
Ensilada ( <i>Silage</i> )	56,25	51,25	53,75 ± 7,05
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	55,25	54,75	55,00 ± 6,34
Média ± EP	55,75 ± 2,06	53,00 ± 2,57	54,37 ± 2,34

<sup>1</sup> - Erro-padrão; <sup>1</sup> - (*Standard error means*); \* Profundidade de lombo – PL (P<sub>2</sub>)

A Tabela 6 apresenta os dados de características de carcaça dos suínos que receberam silagem ou não de CS moída ou integral no crescimento e terminação.

A CS ensilada, tanto integral como moída, proporcionou maior (P<0,05) peso de carcaça quente em comparação com a não-ensilada. Comportamento idêntico foi observado para o peso de carcaça fria. Não houve (P>0,05) interação entre a forma física e ensilagem da CS sobre as características de carcaça.

Nenhuma das variáveis foi influenciada (P>0,05) pela moagem ou não da CS. O rendimento de carcaça quente (RCQ) dos animais que receberam SCSi e SCSM foi numericamente melhor. Estes animais também apresentaram pernil mais pesado (P<0,05). A espessura de toucinho (ET), a área de olho de lombo (AOL), a área de gordura (GOR) e a relação carne:gordura (C:G) não apresentaram diferenças (P>0,05) entre os tratamentos.

TABELA 5 – Médias e erros-padrão do custo do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) para suínos em crescimento e terminação, alimentados com dietas que contém casca de soja integral e/ou moída, na forma de silagem ou não

TABLE 5 – Means and standard error of diet cost per kilogram, cost in diet per kilogram of pig produced (CD), economic efficiency index (EEI) and cost index (CI) for growing-finishing pigs, fed with whole or grinded soybean hull, on the silage form or not.

Itens (Items), %	TRATAMENTOS (Treatments)				Média±EP <sup>1</sup> (Means±SEM) <sup>1</sup>
	CSI	CSM	SCSI	SCSM	
<b>Crescimento (Growing)</b>					
Peso inicial (Initial weight), kg	24,61	24,80	24,52	24,38	24,62±1,3
Peso final (Final weight), kg	51,50	53,57	55,42	53,97	54,34±2,3
Custo da ração (Diet cost), R\$	0,486	0,493	0,478	0,482	-
CR, R\$/kg PV ganho (CD, R\$/kg BW gain)	1,19	1,29	1,18	1,21	NS
IEE (EEI)	99,16	91,47	100,00	97,52	-
IC (CI)	100,80	109,30	100,00	102,50	-
<b>Terminação (Finishing)</b>					
Peso inicial (Initial weight), kg	51,50	53,37	55,42	53,97	54,34±2,3
Peso final (Final weight), kg	85,02	87,18	92,34	86,21	88,95±2,9
Custo da ração (Diet cost), R\$	0,373	0,382	0,365	0,369	-
CR, R\$/kg PV ganho (CD, R\$/kg LW gain)	1,13	1,19	1,17	1,08	NS
IEE (EEI)	95,57	90,75	92,31	100,00	-
IC (CI)	104,60	110,20	108,30	100,00	-

<sup>1</sup>- Erro-padrão; NS – Não significativo; (<sup>1</sup>- Standard error; NS – No significant)

Os animais que receberam SCSI expressaram, numericamente (P>0,05), maior ET, área de gordura e maior relação carne:gordura. Os valores de ET são similares aos observados por Lima et al. (1997) em um ensaio com níveis crescentes de CS (0; 6; 12 e 18%).

Vale salientar que pode ter havido confundimento nos resultados com relação ao aproveitamento da CS pelos animais neste estudo, uma vez que foi adicionado óleo às rações para atender o requerimento de energia. Isto também é mencionado por DeCamp et al. (2001) em um estudo com casca de soja.

TABELA 6 – Efeito da forma física e ensilagem ou não da casca de soja sobre as características de carcaça de suínos

TABLE 6 – Effect of silage and/or physical form of soybean hull on the pigs carcass characteristics of pigs

	Casca de Soja ( <i>soybean hull</i> )		Média ± EP <sup>1</sup> (Means ± SEM) <sup>1</sup>
	Integral ( <i>Whole</i> )	Moída ( <i>Grinded</i> )	
	Peso de carcaça quente ( <i>Hot weight carcass</i> ), kg*		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	72,56	70,34	71,45 <sup>A</sup> ± 5,25
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	65,32	66,23	65,78 <sup>B</sup> ± 5,22
Média ± EP	68,94 ± 2,53	68,28 ± 1,65	68,61 ± 2,07
	Rendimento de carcaça quente ( <i>Hot carcass yield</i> ), %		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	82,10	82,24	82,17 ± 0,83
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	81,11	81,66	81,39 ± 0,78
Média ± EP	81,61 ± 0,34	81,95 ± 0,28	81,78 ± 0,31
	Peso de carcaça fria ( <i>Cold carcass weight</i> ), kg*		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	70,12	68,73	69,43 <sup>A</sup> ± 5,35
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	63,47	64,91	64,19 <sup>B</sup> ± 5,20
Média ± EP	66,80 ± 2,52	66,82 ± 1,60	66,81 ± 2,04
	Peso do pernil ( <i>Ham weight</i> ), kg*		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	11,05	10,84	10,95 <sup>A</sup> ± 0,82
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	10,26	10,13	10,19 <sup>B</sup> ± 0,85
Média ± EP	10,65 ± 0,39	10,48 ± 0,24	10,57 ± 0,31
	Espessura de toucinho ( <i>Backfat thickness</i> ), mm		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	2,87	2,45	2,66 ± 0,45
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	2,45	2,39	2,42 ± 0,36
Média ± EP	2,66 ± 0,15	2,42 ± 0,14	2,54 ± 0,14
	Área de olho de lombo ( <i>Loin muscle area</i> ), cm <sup>2</sup>		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	39,59	37,68	38,64 ± 6,59
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	39,77	37,54	38,65 ± 3,97
Média ± EP	39,68 ± 2,31	37,61 ± 1,33	38,64 ± 1,86
	Área de gordura ( <i>Backfat area</i> ), cm <sup>2</sup>		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	19,66	17,96	18,81 ± 4,37
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	16,75	16,83	16,79 ± 4,20
Média ± EP	18,21 ± 1,21	17,39 ± 1,83	17,80 ± 1,51
	Relação carne:gordura ( <i>Meat:fat ratio</i> )		
Ensilada ( <i>Silage</i> )	0,52	0,47	0,49 ± 0,14
Não-ensilada ( <i>No silage</i> )	0,43	0,44	0,43 ± 0,09
Média ± EP	0,47 ± 0,05	0,46 ± 0,04	0,46 ± 0,04

\* - Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem pelo teste F (P<0,05). <sup>1</sup> – Error Padrão; (Means followed by different capital letters in the column, differ (P<0,05) by F test. <sup>1</sup>- Standard error).

## CONCLUSÃO

A casca de soja, tanto moída como integral, ensilada ou não, pode ser utilizada em até 16% na alimentação de suínos;

O processo de moagem e/ou ensilagem não melhora a utilização da casca de soja pelos suínos quando adicionada em até 16% na dieta, nas fases de crescimento e terminação.

## LITERATURA CITADA

- ABCS. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaças**. Publicação Técnica nº 2. Estrela RS, 1973, 17p.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- BOWERS, K.A.; BOWERS, C.T.; WEBER, T.E. et al. Evaluating Inclusion Levels of Soybean Hulls in Finishing Pig Diets. **Swine Day - Purdue University**. p.39-42. 2000.
- CHEE, K.M.; CHUN, K.S.; HUH, B.D. et al. Comparative feeding values of soybean hulls and wheat bran for growing and finishing swine. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** v.18, n.6:861-867, 2005.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A. 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. **Anais ... Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001, p.87-126.**
- DeCAMP, S.A.; HILL, B.; HANKINS, S.L. et al. Effects of soybeans hulls on pig performance, manure composition, and air quality. **2001 Purdue Swine Research Reports**. p.84-89. 2001.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização de trigoilho para suínos**. Concórdia:EMBRAPA-CNPSA, 1991, p.1-2 (Comunicado Técnico, 179).
- JOBIM, C.C.; CECATO, U. & CANTO, M. W. DO. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001, p.146-176.
- 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. JOBIM, C.C., DAMASCENO, J.C. (Ed.) *Sul Leite – Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil*. Ed. UEM/DZO. NUPEL. 2002. p. 77-96.
- KENDALL, D.C.; RICHERT, T; SUTTON, A.L. et al. Effects of Fiber Addition (10% Soybean Hulls) to a Reduced Crude Protein Diet Supplemented With Synthetic Amino Acids Versus a Standard Commercial Diet on Pig Performance, Pit Composition, Odor and Ammonia Levels in Swine Buildings. **Swine Day - Purdue University**. p. 46-52. 1999.
- LIMA, G.J.M.M., GENTILINI, F.P., GUIDONI, A.L. et al. Utilização de casca de soja em dietas de suínos em crescimento e terminação. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 8, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia - ABRAVES. 1997. p.377-378.
- MARSH, W.H.; FINGERHUT, B.; MILLER, H. Automated and manual direct methods for determination of blood urea. **Clinical Chemistry**. v.11, n.578, 1965.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington, D.C., 1998. 189 p.

- ROSTAGNO, H.S.;ALBINO, L.F. T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.** 1. ed. Viçosa:UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SAEG- **Sistemas De Análises Estatísticas e Genéticas.** Versão 7.1. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1997. 150p. (Manual do Usuário).
- SANTOS, G. T. DOS; ITAVO, L. C. V. ; MODESTO, E. C. et al. Silagens alternativas de resíduos agro-industriais. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais...** Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001, p.262-285.
- SILVA, B. A. N. A casca de soja e sua utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, Art. N.8. Publicado em 20/08/04. <<http://www.nutritime.com.br> > Acesso em 20/09/04.
- SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos.** 2.ed. Viçosa:Imprensa Universitária, 2002, 235p.
- SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling Camara G, Souza, R.C.M., Freitas U.M., Garrido J. *Computers & Graphics*, 20:(3), 395-403, May-Jun, 1996. <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/spring.pdf>>
- ZANOTTO, D.L. & BELLAYER, 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).

## VI – CONCLUSÕES GERAIS

Os valores de ED e EM foram, respectivamente, 2.730 e 2.507; 2.624 e 2.509; 2.011 e 1.908; 1.874 e 1.750 kcal/kg de matéria natural para a casca de soja integral, casca de soja moída (2,5 mm), silagem de casca de soja integral e silagem de casca de soja moída;

A moagem e a ensilagem não influenciaram na digestibilidade dos nutrientes, com exceção da PB que foi mais digestível na casca de soja ensilada;

A casca de soja integral ou moída, ensilada ou não, pode ser adicionada em até 16% nas dietas dos suínos em crescimento e terminação, sem ocasionar prejuízos ao desempenho e às características de carcaça.

Com relação à eficiência econômica não há diferenças quanto ao uso da casca de soja em até 16%, tanto moída como integral, ensilada ou não.