

# Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos

Maximiliane Alavarse Zambom, Geraldo Tadeu dos Santos\*, Elisa Cristina Modesto, Claudete Regina Alcalde, Geane Dias Gonçalves, Daniele Cristina da Silva, Karina Toledo da Silva e Josiane Oliveira Faustino

Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Campus Universitário, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. \*Author for correspondence e-mail: gtsantos@uem.br

**RESUMO.** Foi realizada análise bromatológica da casca do grão de soja (CGS), farelo de soja, milho moído e farelo de trigo; ensaio de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da parede celular (DIVPC) dos referidos alimentos; e degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e energia bruta (EB), da CGS moída (CSM) ou peletizada (CSP). Para a determinação da DIVMS e DIVPC, foram realizadas três coletas de líquido ruminal, com intervalos de uma semana. Para a determinação da degradabilidade *in situ* da MS, MO e EB, foram utilizadas três vacas munidas de fistula ruminal. Os tempos de incubação foram: 3, 6, 12, 24 e 48 horas, sendo que o tempo zero foi realizado no laboratório. Foram determinadas as percentagens de degradação e das degradabilidades efetivas para MS, MO e EB. A partir dos resultados encontrados, conclui-se que a CGS pode ser utilizada como um alimento alternativo nas rações de bovinos.

**Palavras-chave:** composição química, bovinos, degradabilidade *in situ*, digestibilidade *in vitro*.

**ABSTRACT. Nutritional value of soybean hulls, soybean meal, ground corn and wheat meal for cattle.** The experiment was divided into three parts: composition analysis of soybean hulls (SH), soybean meal, ground corn and wheat meal; *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM) and cellular wall (IVDCW) of the feeds mentioned above; *in situ* degradation of dry matter (ISDDM), organic matter (ISDOM) and gross energy (ISDGE), of milled (MSH) or pelleted (PSH) soybean hulls. Three collections of rumen liquid were undertaken for IVDDM and IVDCW at weekly intervals. Three rumen fistulated cows were utilized for the estimates of ISDDM, ISDOM and ISDGE. Incubation periods were 3, 6, 12, 24, 48 hours, whereas zero time was achieved in the laboratory. Degradation percentages and the percentages of real degradability for dry matter, organic matter and gross energy were reported. Results showed that SH could be used as an alternative food in cattle rations.

**Key words:** chemical composition, cattle, *in situ* degradation, *in vitro* digestibility.

A crescente demanda por uma melhor utilização dos recursos alimentícios no mundo tem evidenciado a necessidade da utilização de fontes não competitivas com a alimentação do homem. Os ruminantes, em virtude de sua capacidade digestiva, são capazes de fazer um melhor uso de alimentos ricos em celulose e hemicelulose. Portanto, é importante aproveitar esta habilidade na alimentação de ruminantes com resíduos ricos em fibra que não são utilizados para a alimentação humana.

Mundialmente, tem-se intensificado a exploração de animais monogástricos, principalmente aves e suínos, que se alimentam basicamente de milho e soja. Isto tem ocasionado elevação de preço destas fontes, tornando-as, muitas vezes, proibitivas para

ruminantes. Assim, há a necessidade de se buscar novas fontes alimentares para os ruminantes, principalmente a utilização de resíduos agro-industriais. A casca do grão de soja é um resíduo de fácil obtenção na região Norte do Estado do Paraná. Vários produtores de leite da região do município de Maringá vêm utilizando este resíduo na alimentação de seus animais. No entanto, esse é utilizado de forma empírica, sem nenhuma base científica.

A casca do grão de soja (CGS) é obtida no processamento da extração do óleo do grão desta oleaginoso. A cada tonelada de soja que entra para ser processada, cerca de 2% é transformada no resíduo casca de soja. No entanto, esta porcentagem pode variar de 0% a 3%, de acordo com a proteína da soja

que foi esmagada. Quando o teor de proteína da soja é elevado, não há necessidade de retirar a casca de soja do farelo. Entretanto, se o teor de proteína do grão de soja for baixo, esta necessidade se caracteriza para elevar o teor de proteína bruta deste (COCAMAR - Cooperativa de Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá, 2000, informações pessoais).

Há três anos, a COCAMAR comercializa a CGS. Nos anos de 1999 e 2000 esta cooperativa obteve uma produção de aproximadamente 5 mil toneladas / ano de casca de soja, e a previsão para o ano 2001 é similar aos anos anteriores. O preço da casca do grão de soja no mercado varia de R\$ 80,00 a R\$ 150,00 a tonelada, sendo que a variação de preço fica em torno de 40 a 70% do preço do farelo de soja (COCAMAR, 2001, informações pessoais).

A CGS trata-se de um resíduo de alto valor nutricional, possuindo em sua composição 91% de matéria seca, 2,89 Mcal EM/ kg de MS (bovinos), 12,20% de proteína bruta, 66,30% de fibra em detergente neutro, 2,99% de lignina, 2,10% de extrato etéreo e 80,0% de nutrientes digestíveis totais (National Research Council, 1996). Apesar de apresentar altos teores de FDN, estes são de alta digestibilidade, podendo chegar a 90% (Quicke *et al.*, 1959).

Devido ao padrão de fermentação ruminal, a CGS pode ser classificada como fibra rapidamente fermentável, podendo ser utilizada tanto como fonte de energia, quanto para manter ideal o teor de fibra da dieta, sem diminuir a concentração do acetato ruminal e da gordura do leite. Como fonte de fibra de rações altamente energéticas, ela não deve exceder 28% da MS da dieta, já que níveis mais altos podem diminuir a digestibilidade da ração (Sarwar *et al.*, 1991), provavelmente devido a um aumento da taxa de passagem (Nakamura *et al.*, 1989). A CGS pode substituir concentrados ricos em amido (Anderson *et al.*, 1988), mantendo a qualidade da dieta. A substituição do milho pela CGS em até 28% da MS da dieta melhora a digestibilidade da fibra, enquanto que a ingestão e a digestibilidade da MS e a produção de leite permanecem semelhantes às obtidas com dietas tradicionais, segundo Nakamura *et al.* (1989).

Para prevenir a diminuição da gordura do leite, o National Research Council (1989) recomenda que 75% do total de FDN da dieta provenham de forragens. Entretanto, vacas recebendo CGS podem ter a FDN proveniente da forragem diminuída para somente 60 a 65% do total necessário, sem efeitos negativos na produção leiteira (Sarwar *et al.*, 1991). A CGS, como fonte efetiva de fibra, parece não

interagir com os efeitos da gordura insaturada da dieta; contudo aumenta a digestão da FDN e a porcentagem de gordura do leite (Pantoja *et al.*, 1994).

Em animais recebendo CGS foi observado aumento da taxa de passagem, sendo o pequeno tamanho da partícula da CGS responsável pelas digestibilidades da fibra e da MS (Ha e Kennelly, 1984). A digestibilidade da celulose, ocorrida no trato gástrico de ovelhas recebendo CGS como único alimento, foi de 54%, porém quando esta era retida em sacos de náilon, a digestibilidade aumentou para 96% (Quicke *et al.*, 1959). A adição de feno à dieta contendo CGS aumentou a digestibilidade da celulose, segundo Johnson *et al.* (1962). A CGS pode substituir com sucesso até 42% da forragem da dieta, quando fornecida em combinação com feno de alfafa picado grosso, que tenha substituído 33% da silagem da dieta (Weidner e Grant, 1994).

A simulação da digestão no rúmen pode ser realizada por uma variedade de procedimentos laboratoriais, sendo os mais utilizados a incubação *in vitro* de amostra do alimento em líquido ruminal, técnica descrita por Tilley e Terry (1963) e Johnson (1966). Algumas modificações foram introduzidas por diversos laboratórios (Osbourn e Terry, 1977; Nocek, 1985; Holden, 1999), sendo este procedimento normalmente empregado para a avaliação da digestibilidade de forragens e outros alimentos.

Os sistemas *in vitro*, apesar de proporcionarem a avaliação da digestibilidade com baixo custo e em curto prazo, não reproduzem perfeitamente o processo de digestão *in vivo*. A capacidade preditiva e a aplicabilidade de técnicas *in vitro* podem resultar do grau de similaridade entre a técnica e o processo digestivo do ruminante.

No estudo da digestibilidade *in vitro*, existem várias fontes de variação que podem interferir na metodologia, como as variações na população microbiana, variações devido ao processamento das amostras, diferenças atribuídas ao meio e variações de procedimentos (Johnson, 1966).

O método *in situ* é baseado no uso de sacos de náilon no rúmen e foi desenvolvido com o objetivo de estimar a degradação dos alimentos. Este permite a avaliação rápida e simples da degradação do material contido nesses sacos, em função do seu tempo de incubação (Ørskov *et al.*, 1980).

O objetivo do trabalho foi determinar o valor nutricional de alguns alimentos, por meio de análise bromatológica e ensaio de digestibilidade *in vitro* para a casca do grão de soja, milho moído, farelo de soja e

farelo de trigo e a degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja moída ou peletizada.

### Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná, no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal e no Laboratório de Digestibilidade *in vitro* e Metabolismo Animal, do Departamento de Zootecnia da UEM, Maringá.

Os alimentos avaliados (casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo) foram moídos em peneira com crivo de 1 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), energia bruta (EB), lignina e sílica segundo as recomendações de Silva (1990), assim como foi estimado também o teor de matéria orgânica (MO). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991). Os teores médios da composição química dos alimentos são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química (%MS) da casca do grão de soja (CGS), farelo de soja (FS), milho moído (MM) e farelo de trigo (FT)

Análises (%)	CGS	FS	MM	FT
Matéria seca (MS)	90,70	88,87	88,63	90,01
Matéria orgânica (MO)	95,53	93,61	98,85	95,79
Cinza	4,47	6,39	1,15	4,21
Proteína bruta (PB)	9,99	51,41	8,87	17,43
Extrato etéreo (EE)	1,38	3,45	4,14	2,11
Fibra Bruta (FB)	42,76	6,18	2,06	7,24
FDN	69,20	12,22	9,99	45,96
FDA	43,02	10,13	5,44	11,49
Lignina	8,20	3,00	2,90	4,00
Sílica	0,40	-	-	-
Energia bruta(EB)*	4,03	4,64	4,36	4,42

\*EB dada em Mcal / kg de MS

Foram realizadas as análises da Digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e Digestibilidade *in vitro* da parede celular (DIVPC) dos alimentos: casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo.

Para a determinação da DIVMS dos alimentos avaliados, adotou-se a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) adaptada ao Rúmen Artificial (DAISY<sup>®</sup>), desenvolvido pela ANKOM<sup>®</sup>, conforme metodologia descrita por Holden (1999).

Para a coleta do líquido ruminal foi utilizada uma vaca Holandesa Preta e Branca, múltipara, seca, com peso médio de 550 kg e munida de fistula ruminal. O animal foi mantido confinado no sistema "Tie-Stall", com piso de borracha e solto nos intervalos de alimentação em um espaço sombreado para

exercícios. A ração concentrada fornecida foi composta de 35% de farelo de soja, 49% de milho, 10% de farelo de trigo. O volumoso fornecido foi feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp).

A composição química da ração concentrada e do feno fornecidos ao animal doador do líquido ruminal encontra-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição química da ração concentrada e do feno fornecidos à vaca doadora de inóculo para determinação da DIVMS e DIVPC (%MS)

Alimento	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	ED (Mcal/kg de MS)*
Ração concentrada	87,87	24,00	13,72	7,35	3,16
Feno de Tifton 85	92,85	7,80	78,54	47,41	2,44

\*ED estimada segundo NRC, 1996

Foram realizadas três coletas de líquido ruminal, com intervalos de uma semana. Foi pesado 0,25 g de amostra de cada alimento, moída em peneira com crivo de 1 mm, colocada em filtros F57 da ANKOM<sup>®</sup> e acondicionada em jarros contendo líquido de rúmen, obtido via fistula ruminal, e a solução tampão. Foram utilizadas 3 amostras de cada alimento, perfazendo um subtotal de 12 filtros F57, para cada bateria realizada. Portanto, foram utilizados apenas dois jarros, um jarro onde foram incubados os filtros para determinação da DIVMS e outro onde foram incubados os filtros para determinação da DIVPC, sendo que nos dois jarros restantes foi colocada água destilada (aproximadamente 2000 mL – de acordo com a quantidade de líquido mais solução tampão, que foi colocada nos jarros utilizados).

Para o DIVMS, o material permaneceu incubado por 48 h e, no término deste período, acrescentaram-se no fermentador 40 mL de HCl e 8 g de Pepsina (EC 3.4.23.1 Sigma) diluída, permanecendo o material por mais 24 h no fermentador (Holden, 1999). No término deste período, foram retirados estes filtros do fermentador ruminal e foi feita uma lavagem com água destilada até a total retirada dos materiais aderentes ao filtro. Logo após, foram secos em estufa de circulação forçada por 8 h a 105°C, determinando-se a MS.

A digestibilidade *in vitro* da MS foi calculada pela diferença entre o alimento incubado e o resíduo que ficou após a incubação:

$$\text{DIVMS} = (\text{MS do alimento incubado} - \text{MS do resíduo}) / \text{MS do alimento incubado} \times 100$$

Para a determinação da DIVPC, adotou-se a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1975), a qual requer a metade do tempo da técnica descrita por Tilley e Terry (1963).

A DIVPC foi calculada pela diferença entre o FDN do alimento incubado e o resíduo que ficou após a determinação da FDN do material incubado:

$$\text{DIVPC} = (\text{FDN do alimento incubado} - \text{FDN do resíduo}) / \text{FDN do alimento incubado} * 100$$

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento. Os efeitos dos tratamentos foram estudados através da análise de variância e os contrastes de médias pelo teste de Tukey (Euclides, 1987).

### Degradabilidade *in situ* da MS, MO e EB

Para a realização da degradabilidade *in situ* da MS, MO e EB da casca do grão de soja moída ou peletizada, foram utilizadas três vacas munidas de fistula ruminal, da raça Holandesa Preta e Branca, multíparas, com peso médio de 550 kg e em lactação. Estes animais receberam uma dieta de adaptação constituída de uma ração concentrada, contendo em sua formulação 36% de casca do grão de soja, 34% de farelo de soja, 10% de milho e 10 % de farelo de trigo, além de suplemento vitamínico e mineral, calcário, fosfato bicálcico e sal comum. Também foi fornecida silagem de milho à vontade. A composição química da ração concentrada e silagem de milho utilizada encontra-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Composição química da ração concentrada e da silagem de milho fornecidas às vacas para determinação da degradabilidade (% MS)

Alimento	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	ED (Mcal/kg de MS)*
Ração concentrada	89,96	24,00	31,40	22,58	3,04
Silagem de milho	17,90	7,45	65,25	37,04	2,30

\*ED estimada segundo NRC, 1996

Os animais receberam de 5 a 7 kg de ração concentrada, variando de acordo com o estágio de lactação. A administração do concentrado foi dividida em três refeições, às 8:00, 13:00, 18:00 h. O período de adaptação foi de 7 dias.

Para o estudo de degradabilidade *in situ*, foram utilizados dois tratamentos: casca do grão de soja moída (CSM) ou casca do grão de soja peletizada (CSP). O alimento estudado foi obtido da indústria na forma peletizada e em seguida moído em peneira com crivo de 5 mm. Foram colocados 7 g de alimento em cada saco de náilon, sendo que havia 4 sacos de náilon para cada tempo de incubação por tratamento. Os tempos de incubação foram 3, 6, 12, 24, 48 h, e o tempo zero foi realizado no laboratório. Na incubação, os sacos foram presos a uma barra cilíndrica de ferro inox, com 540 g de peso que, por

sua vez, foi presa por um fio de náilon, de 50 cm de comprimento, à cânula.

Após a incubação *in situ*, os sacos passaram por um processo de lavagem em água corrente, foram secos em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 h e pesados em balança analítica. Posteriormente, foram feitas as análises de MS, MO e EB do resíduo, de acordo com a metodologia de Silva, (1990).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento (três vacas).

A porcentagem de degradação da MS, MO e EB em cada tempo foi calculada pela proporção de alimento que ficou nos sacos após a incubação no rúmen. As degradabilidades da MS, MO, e EB foram calculadas através da equação descrita por Ørskov e McDonald (1979):

$$p = a + b(1 - e^{-ct})$$

onde:

p = taxa de degradação no tempo t;

a = fração de rápida degradação (representado pelo intercepto da curva de degradação no tempo zero);

b = fração potencialmente degradável;

c = taxa constante de degradação da fração b;

t = tempo de incubação;

Os parâmetros não lineares, a, b e c, foram estimados através de procedimentos iterativos de quadrados mínimos (Statistical Analysis System Institute, 1985). A degradabilidade efetiva da MS (DEMS), da MO (DEMO), e EB (DEEB) no rúmen foi calculada usando a equação descrita por Ørskov e McDonald (1979):

$$\text{DEMS, DEMO ou DEEB} = a + (b \times c / c + k)$$

onde:

k = taxa estimada de passagem das partículas no rúmen;

Os demais parâmetros já foram descritos acima.

As degradabilidades efetivas da MS, MO e EB foram estimadas para cada tratamento, levando-se em conta as taxas de passagem de sólidos no rúmen de 2%/h, 5%/h e 8%/h, as quais podem ser atribuídas aos níveis de ingestão alimentar baixo, médio e alto (Agricultural Research Council, 1984).

### Resultados e discussão

A partir dos resultados obtidos (Tabela 4), nota-se que a DIVMS da CGS foi de 94,96%, discordando dos resultados encontrados por Tambara et al. (1993), que obtiveram valores bem menores (63,39%). No entanto, concorda com os resultados

encontrados por Quicke *et al.* (1959), que foi de 96%. A DIVMS encontrada para o milho foi similar ao resultado obtido por Sobrinho (1980), o qual verificou valores de 92,9%.

**Tabela 4.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da parede celular (DIVPC) dos alimentos

Alimentos	DIVMS (%)	DIVPC (%)
Casca de soja	94,96	95,69
Farelo de soja	97,87	90,17
Milho	95,15	60,00
Farelo de trigo	80,71	59,84

Os resultados encontrados para DIVPC da CGS diferiram do valor encontrado por Islabão (1984), o qual obteve valor de 88,8%, porém foi similar aos encontrados por Masoero *et al.* (1994), os quais verificaram valores de 92,73%. Para o farelo de soja observaram-se valores de DIVPC de 90,17%, sendo estes similares aos encontrados por Peyraud (1987) e Van Stralen e Tamminga (1990), citados por Masoero *et al.* (1994), que foram de 95,91% e 95,45%, respectivamente. No entanto, os resultados encontrados para o farelo de trigo, de 59,84%, diferem-se dos obtidos por Masoero *et al.* (1994), que verificaram valores de 91,63%.

Comparando-se os resultados obtidos com a DIVMS para o farelo de soja (97,87%) e degradabilidade efetiva da MS (DEMS) encontrada por Valadares Filho *et al.* (1990), Vilela *et al.* (1994), Aroeira *et al.* (1996), Carvalho *et al.* (1997) e Martins *et al.* (1999) (respectivamente, 71,8%, 64,7%, 75,9%, 77,86% e 74,1%), verificou-se uma maior DIVMS no presente trabalho. Ao comparar com o farelo de trigo (DIVMS de 80,71%) observa-se similaridade entre os resultados encontrados por Martins *et al.* (1999) para DEMS (80,4%). No entanto, este difere dos resultados obtidos por Valadares Filho *et al.* (1990) e Aroeira *et al.* (1996), os quais observaram DEMS de 60,3% e 62,9%, respectivamente.

As variações nos resultados de digestibilidade *in vitro*, tanto para MS quanto para parede celular, podem variar devido a vários fatores, destacando-se, o tipo de metodologia utilizada para realização da análise, diferenças na composição química dos alimentos, granulometria em que foi moído o material para realização da técnica, contaminação por terra, entre outros.

Apesar de a CGS ser classificada como um resíduo do processamento que ocorre na extração do óleo do grão de soja, esta apresenta teores de lignina de 8,2 % e sílica de 0,4%.

Os desaparecimentos da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta da casca do grão de soja

moída ou peletizada podem ser visualizados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Desaparecimento (%) da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta da casca do grão de soja moída e peletizada

	Tempo de incubação (horas)					
	0	3	6	12	24	48
Casca de soja moída						
Matéria seca	17,52	22,54	27,54	43,95	54,35	75,75
Matéria orgânica	16,93	21,34	27,09	45,45	59,62	80,09
Energia bruta	17,02	21,06	29,12	44,84	54,22	75,78
Casca de soja peletizada						
Matéria seca	17,57	25,79	29,41	42,36	54,62	76,66
Matéria orgânica	16,79	26,10	29,50	44,16	56,71	80,71
Energia bruta	17,18	23,54	29,15	43,03	54,68	76,71

Os resultados encontrados para a degradabilidade da matéria seca, tanto para a casca do grão de soja moída (CSM) quanto para a casca do grão de soja peletizada (CSP), foram similares aos obtidos por Silva (1999), o qual verificou valores de 21,6%, 24,9%, 30,7%, 41,9%, 56,8% e 81,5%, respectivamente aos tempos de 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas. No entanto, os dados obtidos foram maiores aos resultados encontrados por Gomes (1998), o qual verificou valores de 15,26%, 17,61%, 25,72%, 44,75% e 69,85%, para os tempos de incubação de 3, 6, 12, 24 e 48 horas, respectivamente. A diferença nos resultados deve ser devida à forma de processamento da casca do grão de soja, pois, no experimento de Gomes (1998), a casca do grão de soja foi mantida inteira, podendo haver, neste caso, menor contato dos microrganismos com o alimento e, conseqüentemente, menor degradação deste.

Em relação à degradabilidade da matéria orgânica, os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Silva (1999), o qual verificou valores de 18,0%, 21,3%, 27,4%, 39,0%, 54,4% e 80,7%, para os tempos de 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas, respectivamente.

A cinética da degradabilidade ruminal para matéria seca, matéria orgânica e energia bruta da CSM ou CSP encontra-se na Tabela 6.

Não houve diferenças ( $P>0,05$ ) na cinética da degradabilidade ruminal da matéria seca para a CSM e CSP. Portanto, a forma de processamento da casca do grão de soja não influenciou a cinética de degradação da MS.

Os resultados encontrados para a degradabilidade efetiva da MS da casca do grão de soja, moída ou peletizada, para uma taxa de passagem de 5%/h, foi menor que os resultados obtidos por Silva (1999), o qual verificou valores de 53,3%. Porém, estas diferenças podem ser devidas a fatores, como moagem do alimento trabalhado, sendo que no presente trabalho o material foi moído em peneira

com crivo de 5 mm ou foi incubado na forma obtida da indústria (peletizada). Já no experimento conduzido por Silva (1999), a moagem do material trabalhado foi de 2 mm; outro fator a ser verificado é em relação aos tempos de incubação, pois trabalhou-se com tempos de até 48 horas, enquanto que Silva (1999) utilizou tempos de incubação até 72 horas, havendo neste caso uma maior degradação.

**Tabela 6.** Cinética da degradabilidade ruminal da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta da casca do grão de soja moída (CSM) ou peletizada (CSP)

Alimento	a (%)	b (%)	c (%/hora)	Degradabilidade Efetiva (% de Matéria Seca)			NS
				2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CSM	16,75	73,84	3,1	60,10	43,92	36,59	NS
CSP	18,48	75,51	2,7	58,06	42,56	35,90	NS
CV (%)	8,03	11,73	47,27	10,91	13,82	13,57	

  

Alimento	a (%)	b (%)	c (%/hora)	Degradabilidade Efetiva (% de Matéria Orgânica)			NS
				2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CSM	16,93	82,79	2,8	58,95	42,80	35,81	NS
CSP	16,79	86,15	2,4	57,97	41,68	34,95	NS
CV (%)	13,92	12,09	47,27	3,49	7,36	6,33	

  

Alimento	a (%)	b (%)	c (%/hora)	Degradabilidade Efetiva (% de Energia Bruta)			NS
				2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CSM	16,13	72,90	3,5	61,11	44,98	37,41	NS
CSP	17,26	75,64	2,9	59,09	43,15	36,13	NS
CV (%)	7,95	13,54	41,69	8,54	11,73	12,20	

a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável no rúmen; c = taxa constante de desaparecimento da fração b; CV = coeficiente de variação das médias dos quadrados mínimos (n = 3 animais por tratamento); NS = não significativo (P>0,05)

Ao analisar a cinética da degradabilidade ruminal da matéria orgânica da CSM ou CSP, observa-se que não houve diferença (P>0,05) entre as frações solúvel, a potencialmente degradável no rúmen, a taxa constante de desaparecimento da fração potencialmente degradável no rúmen e entre as taxas de passagem de 2,0, 5,0 e 8,0 %/h. No entanto, ao comparar os resultados encontrados para a degradabilidade efetiva da MO da CSM ou CSP, para uma taxa de passagem de 5%/h, verifica-se que este (42,24%) foi menor que os resultados obtidos por Silva (1999), o qual verificou valores de 51,1%.

A casca do grão de soja, moída ou peletizada, possui altos teores de FDN e FDA, tendo uma degradabilidade efetiva mediana (43,0 % a uma taxa de passagem de 5,0%/h). Apesar de possuir altos teores de fibra, possui uma elevada digestibilidade *in vitro*. Desta forma, este resíduo da agroindústria constitui-se numa fonte alternativa de alimento aos ruminantes.

## Referências

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. ARC. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Farham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984.

ANDERSON, S.J. *et al.* Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 66, p. 2965-2983, 1988.

AROEIRA, L.J.M. *et al.* Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas Holandês / Zebu. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 25, n. 6, p. 1178-1186, 1996.

CARVALHO, A.U. *et al.* Níveis de concentrados em dietas de zebuínos. Concentrações ruminais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação *in situ* dos alimentos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 1016-1024, 1997.

EUCLYDES, R.F. *Sistema para análises estatísticas (Guia de uso resumido)*. Viçosa: Fudanção Arthur Bernardes, 1987.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications)* Agriculture Handbook 379. United States Department of Agriculture, 1975.

GOMES, I.P.O. *Substituição do milho pela casca de soja em dietas com diferentes proporções de volumoso:concentrado para bovinos em confinamento*. 1998. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Universidade Estadual Paulista, Jabotical, 1998.

HA, J.K., KENNELLY, J.J. Effect of protein on nutrient digestion and milk production by Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 67, p. 2302-2307, 1984.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 2, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

ISLABÃO, N. *Alimentação de gado leiteiro*. Porto Alegre: SAGRA, p. 70-73, 1984.

JOHNSON, P.J. Techniques and procedures for *in vitro* and *in vivo* rumen studies. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 25, p. 855-875, 1966.

JOHNSON, R.R. *et al.* Studies on the feeding value of soybran flakes for ruminants. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 21, p. 406-421, 1962.

MARTINS, A.S. *et al.* Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.

MASOERO, F. *et al.* Determination of nitrogen intestinal digestibility in ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 48, p. 253-263, 1994.

NAKAMURA, T.; OWEN, F.G. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 72, p. 988-1003, 1989.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting. *In situ* estimate of ruminal dry matter and protein digestion. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 60, n. 5, p. 1347-1358, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*, Washington, D.C., 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989.

ØRSKOV, E.R. *et al.* The use of the nylon technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Health Prod.*, Edinburgh, v. 5, n. 1, p. 195-213, 1980.

- ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, London, v. 92, p. 449-453, 1979.
- OSBOURN, D.F., TERRY, R.A. In vitro technique for the evaluation of ruminant feeds. *Proc. Nutr. Soc.*, London, v. 36, n. 2, p. 219-225, 1977.
- PANTOJA, J. *et al.* Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 77, p. 2341-2365, 1994.
- QUICKE, G.V. *et al.* Digestibility of soybean hulls and flakes and the in vitro digestibility of the cellulose in various milling by-products. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 42, p. 185-193, 1959.
- SARWAR, M. *et al.* Effect of replacing neutral detergent fiber of forage with soyhulls end corn gluten feed for dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, p. 1006-1023, 1991.
- SILVA, D.J. Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SILVA, L.D.F. *Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestões ruminal e intestinal de rações de bovinos.* 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.
- SOBRINHO, L.I. *Efeito da alteração dos grãos de sorgo e de milho pelo aquecimento, fermentação e moagem sobre a digestibilidade in vitro da proteína e da matéria seca.* 1980. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. *SAS users guide: statistics.* 5ª ed., Cary: NC, SAS Institute Inc. 1985.
- TAMBARA, A.A.C. *et al.* Avaliação nutricional do grão de milho moído, da casca do grão de soja moída e de rações com a inclusão destes ingredientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBZ, p.459. 1993.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grass. Soc.*, Oxford, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 19, n. 6, p. 512-522, 1990.
- VAN SOEST, P.J. *et al.* Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- VILELA, G.L. *et al.* Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e proteína efetivamente degradada no rúmen, de vários alimentos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 342-351, 1994.
- WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 77, p. 513-527, 1994.

Received on May 28, 2001.

Accepted on July 24, 2001.