

Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão

Daniele Cristina da Silva¹, Ricardo Kazama¹, Josiane Oliveira Faustino², Maximiliane Alavarse Zambom¹, Geraldo Tadeu dos Santos^{3*} e Antônio Ferriani Branco³

¹Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Zootecnista. ³Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência: e-mail: gtsantos@uem.br

RESUMO. Objetivou-se determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da casca do grão de soja (CS), resíduo de soja (RS), casca de algodão 1 (CA1) e 2 (CA2). Para a coleta do líquido ruminal utilizou-se uma vaca canulada no rúmen e para a determinação da degradabilidade *in situ* foram utilizadas três vacas da raça Holandesa munidas de cânula ruminal. Os tempos de incubação foram: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. A CS e o RS apresentaram maiores valores para DIVMS (76,88% e 78,19%) e para DIVFDN (85,65% e 91,48%). O RS apresentou ainda degradabilidade efetiva da MS, MO e PB a 5%/h de 77,54%, 77,12% e 78,81% respectivamente e CS o maior valor para a degradabilidade efetiva da FDN igual a 57,43%.

Palavras-chave: casca de algodão, casquinha de soja, degradação, digestão, resíduo de soja.

ABSTRACT. *In vitro* digestibility and *in situ* degradability of soybean hulls, soybean residues and cottonseed hulls. This work aimed to determine *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM) and neutral detergent fiber (IVDADF), and *in situ* degradability of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of soybean hulls (SH), soybean residues (SR) and cottonseed hulls 1 (CSH1) and 2 (CSH2). A Holstein cow was utilized for rumen liquid collection and three rumen fistulated Holstein cows for *in situ* degradability. Incubations periods were: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours. SH and SR showed the highest values for IVDDM (76.88 and 78.19%) and for IVDCW (85.65 and 91.48%). SR showed effective degradability DM, OM and CP for 5%/h 77.54%, 77.12% and 78.81% respectively and CS the highest value for effective degradability FDN of 57.43%.

Key words: cottonseed hulls, degradation, digestion, soybean hulls and soybean residues.

Introdução

A indústria de processamento de alimentos produz grandes quantidades de resíduos que são desperdiçados mas possuem valores nutritivos potenciais e, podem ser utilizados na alimentação animal. Há vantagens aparentes na utilização de casca do grão de soja (CS), resíduo de soja (RS) e da casca de algodão (CA) na alimentação animal, constituindo-se em uma ótima estratégia de redução nos custos com alimentação.

A CS é um resíduo obtido no processamento de extração do óleo do grão dessa oleaginosa. A cada tonelada de soja que entra para ser processado, cerca de 2% é transformado em casquinha de soja, essa porcentagem pode variar de 0% a 3%, de acordo com os objetivos de produção de farelo de soja. Quando se necessita de farelo de soja com maior concentração de proteína, há necessidade de retirar mais a casca de soja do farelo, ocorrendo maior disponibilidade de

casquinha de soja (Zambom *et al.*, 2001). A CS é um resíduo de alto valor nutricional e, apesar de apresentar altos teores de FDN e FDA, estes são de alta digestibilidade (Zambom *et al.*, 2001). Devido ao padrão de fermentação ruminal, a CS pode ser classificada como fibra rapidamente degradada no rúmen, podendo ser utilizada tanto como fonte de energia quanto para manter ideal o teor de fibra da dieta, sem baixar a concentração do acetato ruminal ou da gordura do leite (Cunningham *et al.*, 1993). Devido ao tamanho da partícula da CS, o aumento da taxa de passagem pode ser responsável pela digestibilidade da fibra e da MS observada em animais recebendo esse alimento (Há e Kennelly, 1984).

O RS é formado por fragmentos de plantas, grãos quebrados, imaturos, atacados por insetos e/ou doenças, “ardidos”, danificados por intempéries, sementes de plantas invasoras, torrões e parte da

casca dos grãos de soja que se solta após a secagem dos grãos. Pode representar 2% do peso total do soja colhido, sendo que fatores como umidade no momento da colheita, nível de infestação da lavoura por plantas daninhas e regulação das colheitadeiras interferem na composição física e na quantidade do RS (Bergamaschine *et al.*, 1999). Portanto, seu valor nutricional pode se tornar bastante variável de acordo com esses fatores. Bergamaschine *et al.* (1999) chegaram a seguinte composição: 1,88% de terra, 5,07% de caule de soja, 4,15% de casca de soja, 26,48% de palha da vagem de soja, 42,20% de bandinhas do grão de soja, 4,57% de outros caules e 15,65% de sementes diversas.

A CA é um subproduto oriundo da extração da camada externa do caroço de algodão durante a produção de óleo. Fukushima *et al.* (1999) utilizaram rações formuladas com CA e, analisando-a, chegaram a valores de PB, FDN, Ca e P de 4,3%, 90%, 0,2% 0,1% respectivamente. Chizzotti *et al.* (2003) utilizando níveis diferentes de CA peletizada em substituição à silagem de capim elefante em novilhos, relataram que, apesar do teor de FDN correlacionar-se negativamente com o consumo de MS, houve um aumento linear tanto no consumo de MS quanto de FDN à medida que aumentou o nível de inclusão da casca de algodão na dieta. Portanto, a CA não tem o mesmo efeito depressivo no consumo de outros volumosos, podendo ser acrescentada mesmo em rações ricas em fibra.

A digestibilidade é dependente do tempo que uma partícula permanece dentro do trato digestivo para a hidrólise e, conseqüentemente, tanto as taxas de digestão como a taxa de passagem (tempo de retenção) têm sido relacionadas com o consumo voluntário (Robles *et al.*, 1981).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar alguns resíduos agro-industriais (casca do grão de soja, casca de algodão e resíduo de soja) através de análise bromatológica e ensaios de digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ*.

Material e métodos

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

Os resíduos foram doados pela Cocamar. A casca do grão de soja (CS) e a casca de algodão (CA) foram obtidas após o esmagamento do grão para extração do óleo, antes da laminação para formação do farelo. O RS foi obtido durante o processo de limpeza e secagem dos grãos após a colheita.

Duas amostras de CA foram obtidas, diferindo entre si na quantidade de línter presente, sendo a CA1 com teor maior do que a CA2 devido ao diferente processo de obtenção.

Os resíduos avaliados foram moídos em peneira com crivo de 1 mm, para as determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), lignina e cinzas, segundo as recomendações de Silva e Queiroz (2002). As análises de FDN e FDA foram realizadas segundo a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991). A matéria orgânica (MO) foi obtida através da diferença entre a MS total e as cinzas.

Foram realizados os ensaios da DIVMS e da DIVFDN dos resíduos: CS, RS e CA. Para a determinação da DIVMS, adotou-se a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) adaptada ao Rúmen Artificial, desenvolvido pela ANKOM[®], conforme descrito por Holden (1999).

Para a coleta do líquido ruminal, foi utilizado, uma vaca da raça Holandesa malhada de preto, múltipara, seca, com peso médio de 550kg e munida de cânula ruminal. O animal foi mantido confinado no sistema *Tie-Stall* com piso de borracha da KRAIBURG[®], das 6:30 às 9:00 horas e das 14:00 às 17:00 horas, durante o restante do dia permaneceu em piquete de terra batida. O mesmo recebeu uma alimentação com relação de 70% de volumoso e 30% de concentrado (Tabela 1). O volumoso era composto de 40% da casca de algodão 2 e 60% de silagem de milho. Também havia à disposição do animal sal comum.

Foram realizadas três coletas de líquido ruminal com intervalo de uma semana. Foi pesado 0,5g de amostra de cada alimento, moída em peneira com crivo de 1mm, colocados em filtros F57 da ANKOM[®] e acondicionados em jarros de vidro contendo líquido de rúmen e solução tampão.

O material permaneceu incubado por 48 horas e no término desse período acrescentou-se ao fermentador (Rúmen Artificial da ANKOM[®]) uma solução de HCl-Pepsina, permanecendo o material por mais 24 horas no fermentador. No término desse período, os filtros foram retirados do fermentador ruminal, e lavados com água destilada até a total retirada do material aderente ao filtro e após, foram secos em estufa, por 8h a 105°C, determinando-se a MS analítica.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes do concentrado e composição química do concentrado e da silagem fornecidos aos animais.

Ingredientes	%
Farelo de soja	71,60
Milho moído	23,80
Suplemento vitamínico	1,00
Suplemento mineral	0,40
Fosfato bicálcico	1,20
Calcário	2,00

	MS (%)	MO ¹ (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EE (%)	Cinzas (%)
Concentrado	89,96	91,84	34,20	11,93	6,33	2,18	8,16
Silagem	29,31	94,86	7,36	50,42	29,21	2,40	5,14

¹Valores de MO, PB, FDN, FDA, EE e Cinzas expressos com % da MS.

A DIVMS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo que ficou após a incubação, através da fórmula:

$$\text{DIVMS (\%)} = (\text{MS do alimento inicial} - \text{MS do alimento residual} \times 100) / \text{MS do alimento inicial}$$

Para a determinação da DIVFDN adotou-se a metodologia descrita por Zambom *et al.* (2001), a qual requer a metade do tempo da técnica descrita por Tilley e Terry (1963).

A DIVFDN foi calculada pela diferença entre a quantidade que foi incubada e o resíduo que ficou após a análise de FDN do material incubado, através da fórmula:

$$\text{DIVFDN (\%)} = \text{FDN da amostra incubada} - \text{FDN da amostra após incubação} \times 100 / \text{FDN da amostra incubada}$$

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições (coletas) por tratamento (alimento/resíduo). As análises dos dados foram efetuadas seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + C_j + AC_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = é o valor referente ao alimento i , na coleta j e repetição k dentro de cada coleta.

A_i = efeito do alimento i , $i = 1, 2, 3$ e 4 .

C_j = efeito da coleta j , $j = 1, 2, 3$.

AC_{ij} = efeito da interação: alimento i *versus* coleta j .

e_{ijk} = é o erro experimental, associado a cada observação Y_{ijk} .

A análise estatística das variáveis foi realizada utilizando o programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (Saeg) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais (1987). Os efeitos dos tratamentos foram estudados através da análise de variância e correlação, e os contrastes de médias pelo teste de Tukey (Euclides, 1987).

Para a realização da degradabilidade *in situ* da MS, MO, PB e FDN foram utilizadas três vacas munidas de cânula ruminal, da raça Holandesa Preta e Branca, multíparas, com peso médio de 550kg e em lactação. Estes animais receberam a mesma dieta do animal doador de líquido ruminal.

Foram colocados 7g de alimento em cada saco de náilon (10 x 20cm). Na incubação, os sacos foram atados com fio de náilon e presos a uma barra cilíndrica de ferro inox com 540g de peso, que por

sua vez, foi presa por um fio de náilon de 50cm de comprimento na cânula, durante o período de incubação.

Os tempos de incubação foram: 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas, sendo que o tempo zero foi realizado em laboratório.

Após a incubação *in situ*, os sacos passaram por um processo de lavagem em água corrente e na máquina de lavar roupa por 45 minutos, foram secos em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas e pesados em balança analítica. Posteriormente foram feitas as análises de MS, PB e cinzas dos resíduos, de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), FDN segundo Van Soest *et al.* (1991). A MO foi determinada pela diferença entre a MS total e as cinzas.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três repetições (animais) por tratamento (alimento/resíduo). As análises dos dados foram efetuadas seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + V_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = é o valor referente ao alimento i , incubado na vaca j .

A_i = efeito do alimento i , $i = 1, 2, 3$ e 4 .

V_j = efeito da vaca j , $j = 1, 2, 3$.

e_{ij} = é o erro experimental, associado a cada observação Y_{ijk} .

A percentagem de degradação da MS, MO, PB (não corrigida pela contaminação bacteriana) e FDN em cada tempo foi calculada pela diferença do material incubado e do resíduo que ficou nos sacos após a incubação no rúmen. As degradabilidades da MS, MO, PB e FDN foram calculadas através da equação descrita por Ørskov e McDonald (1979):

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

Em que:

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;

$a + b \leq 100$

Os parâmetros não lineares, a , b e c foram estimados através de procedimentos iterativos de quadrados mínimos (*Statistical Analysis System Institute, 1988*). A degradabilidade efetiva da MS (DEMS), da MO (DEMO), da PB (DEPB) e da FDN, (DEFDN) no rúmen foi calculada usando a equação descrita por Ørskov e McDonald (1979):

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

Em que:

k = taxa estimada de passagem das partículas no rúmen;

Os demais parâmetros já foram descritos anteriormente.

As degradabilidades efetivas da MS, MO, PB e FDN foram estimadas para cada tratamento, levando-se em conta as taxas de passagem de sólidos no rúmen de: baixa 2%/h, média 5%/h e alta 8%/h, as quais podem ser atribuídas aos níveis de ingestão alimentar (ARC, 1984).

Resultados e discussão

Na Tabela 2, encontra-se a composição química dos resíduos estudados.

A CS apresentou um valor médio para a PB, FDN e lignina de 13,78%, 64,33% e 3,21%, respectivamente. Zambom *et al.* (2001), caracterizando CS obtiveram valores de 9,99% para PB, 69,2% para FDN e 8,2% para lignina. Velho *et al.* (2001) relataram para a casca de soja farelada valor de PB de 16%.

A composição da casca de soja é bastante variável, uma vez que, para sua obtenção, leva-se em consideração a produção do farelo de soja, ou seja, quando se deseja farelo de soja mais rico em PB, mais cascas de soja são retiradas e o contrário também é verdadeiro, farelo de soja com menor teor de proteína bruta tem mais casca de soja e maiores teores de FDN e lignina.

O RS apresentou valor de PB de 30,85%, e Bergamaschine *et al.* (1999) encontraram 25,05%. Essa oscilação pode ser explicada pela diferença nos constituintes que compõem o resíduo, como a bandinha do grão de soja, o que pode trazer variações à concentração de PB.

Tabela 2. Composição química (%) da casca do grão de soja (CS), resíduo de soja (RS) e casca de algodão 1 (CA1) e 2 (CA2).

	CS	RS	CA1	CA2
MS	92,50	92,24	93,23	91,81
MO ¹	94,14	88,33	97,95	98,30
CINZAS ¹	5,86	11,67	2,05	1,70
PB ¹	13,78	30,85	3,81	4,89
EE ¹	1,83	9,63	1,17	1,51
FDN ¹	64,33	20,43	88,93	88,26
FDA ¹	48,60	16,80	55,60	56,64
LIGNINA ¹	3,21	2,85	8,76	10,40
EB (Mcal/kg MS)	4,08	4,71	4,22	4,36

¹Valores expressos na matéria seca.

Os valores PB para as CA1 e CA2 (3,81 e 4,89%) e a FDN das CA1 e CA2 (88,93% e 88,26%) mostra que este resíduo é uma fonte de fibra para a dieta. Chizzotti *et al.* (2003) observaram valores de PB para a CA de 8,08%. Kim *et al.* (1996) obtiveram valor de PB de 6,1%, e FDN de 82,9% analisando a CA. Nota-se uma grande variação na composição dos resíduos relatados pelos diferentes autores, o que leva a concluir que resíduos não têm uma uniformidade

quanto ao seu teor em nutrientes e, portanto, apresentam uma variação considerável necessitando da caracterização nutricional de cada partida produzida.

Na Tabela 3 encontram-se os valores de digestibilidade *in vitro* dos resíduos.

Zambom *et al.* (2001) obtiveram DIVMS de 94,96% e DIVFDN de 95,69%. Tambara *et al.* (1993) e Velho *et al.* (2001) obtiveram valor da DIVMS para a CS de 63,39 e 68,10%, respectivamente. A CS tem uma fina película, rica em pectina que compreende 30% dos carboidratos insolúveis (Gnanasambandam e Proctor, 1999) conferindo ao resíduo alta digestibilidade. Durante o processo de secagem dos grãos, esta película pode se desprender da casca, ficando esta com menos película. Quando se determina a FDN de um alimento, a pectina está aí inserida e quando em grandes quantidades torna a digestibilidade da fração fibrosa elevada. Os altos valores de DIVMS e DIVFDN relatado por Zambom *et al.* (2001), apesar deste material ter FDN maior, pode ser devido a maior quantidade desta película, rica em pectina, que poderia estar em quantidades inferiores na amostra do presente trabalho.

O resíduo de soja apresentou coeficientes de DIVMS de 78,19% e DIVFDN de 91,48%. Este fato pode ser explicado pela maior concentração em PB e menor lignina, o que favorece a digestibilidade. Neste sentido, os dados relatados por Morais *et al.* (2002) mostram que a utilização de até 60% de resíduo de soja no concentrado para bovinos, não influenciam a digestibilidade aparente da matéria seca da dieta.

Tanto a CA1 quanto a CA2 apresentaram coeficientes de DIVMS e DIVFDN baixos, fato este que pode ser devido aos altos teores de FDN (88,93% e 88,26%) e lignina observados nos resíduos CA1 e CA2 (8,76% e 10,40%, respectivamente). O baixo teor de PB, 3,81% e 4,89% para a CA1 e CA2, respectivamente, também pode ter contribuído para a menor DIVMS. Apesar destes resíduos apresentarem composição química, DIVMS e DIVFDN, que os caracterizam como volumosos de baixa qualidade, Chizzotti *et al.* (2003) demonstraram que a CA peletizada pode ser utilizada na alimentação de novilhos em substituição à silagem de capim elefante em até 30%, sem afetar a digestibilidade da dieta.

Não houve diferença ($p < 0,05$) para a DIVMS e DIVFDN da CS e do RS, porém, tanto a CA1 quanto a CA2, apresentaram-se menores quando comparadas à CS e RS ($p < 0,05$).

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) da casca do grão de soja (CS), do resíduo de soja (RS) e da casca de algodão 1 (CA1) e 2 (CA2).

Alimento	DIVMS (%)	DIVFDN (%)
CS	76,88 a	85,65 a
RS	78,19 a	91,48 a
CA1	33,80 b	42,45 b
CA2	32,62 b	43,77 b
CV (%)	11,27	4,41

¹ Médias na mesma coluna seguidas por letra diferente, diferem entre si ($p < 0,05$).

Os valores apresentados na Tabela 4 referem-se aos coeficientes a, b e c, que compõem o modelo proposto por Ørskov e MacDonald (1979), bem como as degradabilidades efetivas estimadas para uma taxa de passagem de 0,02, 0,05 e 0,08/h.

A CS, em relação a MS, apresentou a fração “a” de 27,93% e a fração “b” de 61,62%. Zambom *et al.* (2001) trabalhando com casca de soja moída com tempos de incubação de até 48h chegaram a valores de 16,75% para a fração “a” e 73,84% para a fração “b”. A taxa “c” da fração “b” do mesmo autor foi de 0,031. A DEMS da CS, a uma taxa de passagem de 5%/h, foi de 64,8%. Zambom *et al.* (2001) reportaram DEMS de 43,92% para CS. Aliando-se a DIVFDN da CS (85,65%) e a DEFNDN a 5%/h (57,43%) prova-se as afirmações que este resíduo é uma fonte alternativa de fibra na dieta de ruminantes.

Tabela 4. Coeficientes (a, b, c), coeficiente de determinação (R^2) e degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS), matéria orgânica (DEMO), proteína bruta (DEPB) e fibra em detergente neutro (DEFNDN) da casca do grão de soja (CS), resíduo de soja (RS), casca de algodão 1 (CA1) e 2 (CA2).

Alimento	Coeficientes (MS)				DEMS			
	a (%)	b (%)	c (/h)	R^2	2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CS	27,93	61,62	0,0745	0,8836	76,51	64,80	57,64	
RS	35,70	58,16	0,1282	0,8998	86,01	77,54	71,51	
CA1	15,58	41,78	0,0277	0,7826	39,84	30,47	26,33	
CA2	20,03	39,26	0,0292	0,8150	43,33	34,51	30,53	

Alimento	Coeficientes (MO)				DEMO			
	a (%)	b (%)	c (/h)	R^2	2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CS	26,42	63,95	0,0739	0,8859	76,75	64,56	57,13	
RS	32,94	61,85	0,1251	0,8947	86,26	77,12	70,66	
CA1	14,96	41,97	0,0281	0,7783	39,48	30,06	25,87	
CA2	19,85	39,65	0,0291	0,8115	43,35	34,44	30,43	

Alimento	Coeficientes (PB)				DEPB			
	a (%)	b (%)	c (/h)	R^2	2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CS	35,42	52,21	0,1100	0,8821	79,59	71,31	65,64	
RS	24,93	73,28	0,1389	0,8832	88,98	78,81	71,43	

Alimento	Coeficientes (FDN)				DEFNDN			
	a (%)	b (%)	c (/h)	R^2	2,0%/h	5,0%/h	8,0%/h	
CS	18,67	69,93	0,0622	0,8765	71,58	57,43	49,26	
RS	4,83	75,67	0,0832	0,8568	65,83	52,09	43,41	
CA1	13,38	43,97	0,0294	0,7949	39,55	29,66	25,20	
CA2	17,82	41,56	0,0308	0,8358	43,01	33,66	29,37	

a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável no rúmen; c = taxa constante de desaparecimento da fração b. R^2 = coeficiente de determinação.

O RS apresentou a fração “a” da PB de 24,93% e a fração “b” de 73,28%. Bergamaschine *et al.* (1999) obtiveram valores para a fração “a” de 27,76% e “b” de 69,29%. A DEMS a 5%/h relatada pelo mesmo autor foi de 67,7%.

As CA1 e CA2 tiveram coeficientes a e b, assim como as degradabilidades efetivas inferiores comparadas aos outros resíduos podendo seus elevados conteúdos em lignina (8,76% e 10,4%) e

alto teor de FDN (88,93% e 88,26%) terem influenciado em baixos coeficientes.

Em conclusão, os resíduos estudados mostram particularidades quanto à composição química-bromatológica e quanto a digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ*. Porém, todos apresentam características individuais que possibilitam a utilização de cada um deles na alimentação animal. O resíduo de soja teve valor de PB elevado, alta DIVMS, DIVFDN e DEPB. A casquinha de soja é uma fonte de fibra para a dieta, com elevada DIVMS E DIVFDN, bem como média DEMS. A casca de algodão é rica em FDN, pobre em PB, com baixa DIVMS e DIVFDN, além de baixa DEMS.

Referências

- ARC-AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, U. K. 1984.
- BERGAMASCHINE, A. F. *et al.* Degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vivo* do resíduo do pré-processamento da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). *Rev. Cienc. Agrotec.*, Lavras, v.23, n.3, p. 724-732, jul./set., 1999.
- CHIZZOTTI, M.L. *et al.* Consumo e digestibilidade em novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003. 3p. (CD-ROOM).
- CUNNINGHAM, K.D. *et al.* Nutrient digestion, nitrogen and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in polace of forage or concentrate. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.76, p 3523, 1993.
- EUCLYDES, R. F. *Sistema para análises estatísticas* (Guia de uso resumido). Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1987.
- FUKUSHIMA, R. S. *et al.* Comparação entre dois métodos analíticos para determinação da lignina de algumas gramíneas forrageiras. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.34, n.6, p.1025-1030, 1999.
- GNANASAMBANDAM, R.; PROCTOR, A. Preparation of soy hull pectin. *Food Chem.*, Exeter, v.65, p.461-467, 1999.
- HÁ, 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. 25, n. 8, p.1791-1794, 1999.
- KIM, C.W. *et al.* Effects of deer or cattle inoculum on estimating nutritive value of deer forages using *in situ* bag technique in the artificial rumen. *Anim. Feed Sci Technol.*, Amsterdam, v.61, p.343-350, 1996.
- MORAIS, J.A.S. *et al.* Digestibilidade aparente da matéria seca de dietas contendo níveis de resíduo de soja no concentrado e três níveis de concentrado para bovinos mantidos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. Anais... Recife: SBZ, 4p. 2002. (CD-ROOM).
- 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.*, Savoy, v. 92, p. 449-453, 1979.
- ROBLES, A. Y. *et al.* Intake, digestibility, ruminal characteristics and rate of passage of orchard grass diets fed to sheep. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 53, p.489-493, 1981.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de Alimentos. Métodos químicos e biológicos.* 3.ed. Viçosa: Editora UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM INSTITUTE-SAS. SAS User's guide: realese. 6.03. Cary: 1988.
- TAMBARA, A.A.C. *et al.* Avaliação nutricional do grão de milho moído, da casca do grão de soja moída e de rações com 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.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. *Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas* (SAEG), 1987.
- 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.
- VELHO, J.P. *et al.* Efeito da peletização e adição de resíduos oleosos de soja ou dendê sobre a degradabilidade ruminal da casca do grão de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 4p. 2001. (CD-ROOM).
- ZAMBOM, M. A. *et al.* Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.4, p. 937-943, 2001.

Received on April 15, 2004.

Accepted on October 26, 2004.