

# Degradação ruminal da fração fibra de silagens de milho sem espigas com cana-de-açúcar e bagaço de mandioca

Marcos Elias Traad da Silva<sup>1\*</sup>, Nina Waszczyński<sup>2</sup>, Carlos Ricardo Soccol<sup>2</sup>, Paulo Rossi Junior<sup>3</sup> e Leandro Cavalcante Lipinski<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agronômico do Paraná, Cx. Postal 2031, 80011-970, Curitiba, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. <sup>4</sup>Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: traad@onda.com.br

**RESUMO.** Avaliou-se a degradação ruminal da fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) de silagens de milho sem espigas (SMSE) com cana-de-açúcar (CA) e bagaço seco de mandioca (BSM), comparadas com a silagem de milho com espigas (SMCE). Os alimentos foram ensilados com (CI) e sem inoculante (SI) - *Lactobacillus plantarum* e *L. paracasei* ssp. *paracasei*. Estudaram-se: as frações solúvel (A), potencialmente degradável (B) e não-degradável (C); a taxa de degradação da fração B (c); a degradabilidade efetiva (DE) e potencial (DP). Os tratamentos foram: T1 (SMSE + 20% CA-SI); T2 (SMSE + 20% CA-CI); T3 (SMSE + 35% CA-SI); T4 (SMSE + 35% CA-CI); T5 (SMSE + 20% BSM-SI); T6 (SMSE + 20% BSM-CI); T7 (SMSE + 35% BSM-SI); T8 (SMSE + 35% BSM-CI); T9 (SMCE-SI) e T10 (SMCE-CI). Médias foram comparadas em um delineamento inteiramente casualizado. As maiores ( $p < 0,05$ ) frações B da FDN foram verificadas nos tratamentos T7 (B = 74,8%), T8 (B = 70,2%), T6 (B = 66,2%) e com a menor adição de CA, ou seja: em T2 (B = 65,0%). Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para a fração C da FDA dos tratamentos T3 (C = 20,7%), T4 (C = 22,6%), T9 (C = 22,7%) e T10 (C = 24,0%). Os resultados indicam que há possibilidade para a inclusão do BSM no lugar das espigas de milho verde para a produção de silagem até o nível de 35%.

**Palavras-chave:** biotransformação, resíduos agroindustriais, fermentação ruminal, búfalos, *Lactobacillus* sp.

**ABSTRACT. Fiber fraction ruminal degradation of corn silage without spikes with sugar cane and manioc pulp.** This study aimed to evaluate the ruminal degradation of corn silages without spikes (CSWS), with addition of sugar cane (SC) and dry manioc pulp (DMW), compared to corn silage (CS). The feeds were ensiled with (WI) and without (IF) inoculants - *Lactobacillus plantarum* and *L. paracasei* ssp. *paracasei*. The following fractions were studied: water soluble (A), potentially degradable (B), non degradable (C), fraction B degradable ratio (c); effective (ED) and potential (PD) degradability. The treatments evaluated were: T1 (CSWS + 20% SC-IF); T2 (CSWS + 20% SC-WI); T3 (CSWS + 35% SC-IF); T4 (CSWS + 35% SC-WI); T5 (CSWS + 20% DMW-IF); T6 (CSWS + 20% DMW-WI); T7 (CSWS + 35% DMW-IF); T8 (CSWS + 35% DMW-WI); T9 (CS-WI) and T10 (CS-IF). The average differences were compared on a completely randomized model. Higher ( $p < 0.05$ ) B fractions for FDN were observed for T7 (B= 74.8%), T8 (B= 70.2%), T6 (B= 66.2%) and where the low sugar cane level was added on silages, that is, T2 (B= 65.0%). No differences ( $p > 0.05$ ) were observed between ADF C fraction for T3 (C= 20.7%), T4 (C= 22.6%), T9 (C= 22.7%) and T10 (C= 24.0%). Results indicate the possibility to include DMW on corn silage, instead of green spikes, to the level of 35%.

**Key words:** biotransformation, agro-industrial residues, ruminal fermentation, buffaloes, *Lactobacillus* sp.

## Introdução

A integração da agricultura com a pecuária para a redução de custos de produção e dos impactos ambientais tem estimulado o avanço das investigações sobre o aproveitamento dos resíduos agroindustriais na alimentação animal. Buscam-se, nesse sentido, alternativas para a conservação de forragens por meio

de processos de ensilagem de diferentes materiais, inclusive com foco nas novas biotecnologias que visam à obtenção de aditivos que possibilitem a melhoria das características químicas da massa ensilada. Inclui-se em tais alternativas o uso dos inoculantes, considerados os mais promissores para tal finalidade.

Também é importante avaliar alternativas para o

uso diferenciado da planta do milho sob diferentes aspectos, contanto que haja um bom potencial de utilização na alimentação dos ruminantes criados para a produção de carne e de leite. Uma dessas alternativas pode ser a associação da planta do milho com fontes de carboidratos que, em parte, possam substituir as espigas, possibilitando a sua colheita e comercialização paralela e agregando renda aos sistemas produtivos. A mandioca, por exemplo, é uma cultura de destaque no Paraná, com produtividade de 20 t ha<sup>-1</sup> (Fonseca Júnior *et al.*, 2000). A Seab/Deral (2004) indicou um aumento expressivo da área cultivada na safra 2003/2004 (48,4%), com uma produção aproximada de 3,3 milhões de toneladas, que geram uma quantidade considerável de resíduos. Um desses resíduos, denominado de bagaço de mandioca, é proveniente da produção de polvilho azedo (amido fermentado por bactérias lácticas) destinado ao preparo de bolos e de biscoitos (Camargo *et al.*, 1988), e que apresenta boa possibilidade de utilização na alimentação animal. Mesmo com elevados teores de amido, com dificuldade de extração por processos químicos (S cholz e Takahashi, 2002), o uso de bagaço de mandioca na alimentação animal tem sido feito empiricamente e restrito às regiões de cultivo da planta.

A cana-de-açúcar é uma das forrageiras mais utilizadas na alimentação de ruminantes, tanto pela facilidade de cultivo, quanto pela sua elevada capacidade de produção de matéria seca por hectare. As formas de fornecimento aos animais são variadas e o seu uso como aditivo nas silagens de capim-elefante, por exemplo, é comum, elevando a quantidade de carboidratos solúveis para uma melhora no processo de fermentação da silagem.

Objetivou-se, com a execução deste trabalho, avaliar a degradabilidade da fibra em detergente neutro e em detergente ácido, de silagens de milho sem espigas adicionadas de dois níveis de cana-de-açúcar e de bagaço seco de mandioca, no rúmen de búfalos (*Bubalus bubalis* L.), em comparação com a silagem de milho convencional. O bagaço seco de mandioca foi utilizado na ensilagem, buscando-se substituir a retirada das espigas do milho, que foram destinadas ao mercado com a finalidade de agregar renda ao sistema de produção. Um inoculante, produzido em laboratório de bioprocessos (cepas selecionadas para atuar com pequena quantidade de carboidratos solúveis), foi adicionado com a finalidade de melhorar a qualidade das silagens.

#### Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná

(Iapar), no município de Pinhais, Estado do Paraná, (25° 25'S de latitude; 49° 08'W de longitude e 930 m de altitude), com clima Cfb, segundo a classificação de Köppen.

Foram utilizados 2 (dois) búfalos (*Bubalus bubalis* L.) machos, adultos, castrados, com peso vivo médio de 600 kg, fistulados no rúmen, mantidos em estábulo. O período de adaptação foi de 21 dias e a dieta dos animais, constituída de silagem de milho, milho grão e concentrado comercial com 14% de proteína bruta, foi fornecida duas vezes ao dia. O consumo individual foi estabelecido em 1,8% do peso vivo médio dos animais, de matéria seca por dia.

Utilizaram-se bactérias lácticas isoladas e identificadas em Laboratório de Processos Biotecnológicos da Universidade Federal do Paraná (Pagnoncelli, 2002), cujo parâmetro básico utilizado para a seleção foi a capacidade de acidificação do meio líquido. Duas cepas foram selecionadas: *Lactobacillus plantarum* (LPB-BL-R01) e *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* (LPB-BL-L07), ambas homofermentativas, ou seja: convertendo grande parte dos açúcares fermentescíveis a lactato. A taxa de inoculação utilizada na ensilagem dos materiais testados foi de 10<sup>6</sup> Unidades Formadoras de Colônias (UFC) g<sup>-1</sup> de substrato seco. O substrato seco foi estimado em 28%, haja vista a impossibilidade de avaliação concreta da matéria seca no momento da ensilagem. A ensilagem dos alimentos testados foi feita em silos plásticos piloto com capacidade de 10 kg.

As silagens prontas foram avaliadas quanto à sua qualidade pelos teores de MS, PB, nitrogênio amoniacal em relação à porcentagem de nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>), segundo a AOAC (1980), fibra em detergente neutro e ácido (Van Soest *et al.*, 1991), além de terem sido determinados os seus valores de pH, antes e depois de 30 dias de fermentação (AOAC, 1980). As amostras dos alimentos, para a incubação no rúmen dos animais, foram submetidas à pré-secagem em estufa, sob ventilação forçada a 65°C por 72 horas e moídas em moinho com peneira de 5,0 mm.

Utilizaram-se os seguintes tratamentos: T1 - Silagem de milho sem espigas + 20% cana-de-açúcar, sem inoculante (SMSE + 20% CA - SI); T2 - Silagem de milho sem espigas + 20% cana-de-açúcar, com inoculante (SMSE + 20% CA - CI); T3 - Silagem de milho sem espigas + 35% cana-de-açúcar, sem inoculante (SMSE + 35% CA - SI); T4 - Silagem de milho sem espigas + 35% cana-de-açúcar, com inoculante (SMSE + 35% CA - CI); T5 - Silagem de milho sem espigas + 20% bagaço seco de mandioca, sem inoculante (SMSE + 20% BSM - SI); T6 - Silagem de milho sem espigas + 20%

bagaço seco de mandioca, com inoculante (SMSE + 20% BSM - CI); T7 - Silagem de milho sem espigas + 35% bagaço seco de mandioca, sem inoculante (SMSE + 35% BSM - SI); T8 - Silagem de milho sem espigas + 35% bagaço seco de mandioca, com inoculante (SMSE + 35% BSM - CI); T9 - Silagem de milho com espigas sem inoculante (SMCE - SI) e T10 - Silagem de milho com espigas com inoculante (SMCE - CI).

A incubação dos alimentos no rúmen dos bubalinos seguiu o recomendado por Pereira e Rossi Júnior (1994) e foi feita com bolsas de poliéster (7 x 14 cm de área livre) com 40 µm de porosidade, 30% de área livre, contendo cerca de 5,0 g de amostra cada uma, mantendo-se a relação aproximada de 26mg de matéria seca cm<sup>-2</sup> de superfície da bolsa.

Os tempos de incubação dos alimentos estudados no rúmen foram 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, com a retirada das amostras feita de forma simultânea. O tempo zero foi obtido pela imersão do material em água morna (35°C) por uma hora. A lavagem das bolsas depois dos tempos de incubação foi efetuada com água corrente, utilizando-se centrífuga lavadora de baixa rotação, até que a água de lavagem se apresentasse quase límpida. Os materiais incubados em todos os tratamentos propostos foram analisados antes e depois das incubações para: fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme Van Soest *et al.* (1991).

As incubações dos diferentes alimentos testados foram efetuadas conforme estabelecem os modelos de Mehrez e Ørskov (1977) e de Ørskov e McDonald (1979), para o estudo das frações A (solúvel), B (potencialmente degradável), C (não-degradável), para a taxa de degradação da fração B (c) e para a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) *in situ*. Para os cálculos da DE, foram definidas arbitrariamente as taxas de passagem da fase sólida (k) de 2, 4 e 8% por hora.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as diferenças entre as médias foram comparadas através do uso do GLM Procedure (*Least Square Means*), utilizando-se o programa SAS (1996), a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

### Composição química dos alimentos utilizados

As silagens utilizadas nas incubações foram analisadas quanto ao pH e aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente

neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio amoniacal (N - NH<sub>3</sub>), cujos resultados estão contidos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), verificados nas silagens de milho sem espigas (SMSE) ensiladas com cana-de-açúcar (CA) ou bagaço seco de mandioca (BSM) e na silagem de milho com espigas (SMCE), sem (SI) e com (CI) a utilização de inoculante.

**Table 1.** Dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>) contents, on corn silages without spikes (SMSE) added with sugar cane (CA) and dry manioc pulp (BSM) and on corn silages (SMCE), without (SI) and with (CI) the use of inoculants.

T	Discriminação	Constituintes (%)						
		MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	pH		N-NH <sub>3</sub> (%)
		DM	CP	NDF	ADF	IN	FI	
1	SMSE + 20% CA (SI)	25,38	6,71	64,72	51,95	5,3	3,8	12,73
2	SMSE + 20% CA (CI)	29,81	6,77	71,69	49,76	5,6	3,7	10,07
3	SMSE + 35% CA (SI)	25,05	6,64	66,79	52,00	4,2	3,8	11,23
4	SMSE + 35% CA (CI)	26,55	7,10	70,37	52,01	4,8	3,7	5,57
5	SMSE + 20% BSM (SI)	34,11	6,49	56,32	47,49	4,6	3,9	7,33
6	SMSE + 20% BSM (CI)	32,96	7,24	64,15	46,15	4,6	4,0	4,18
7	SMSE + 35% BSM (SI)	35,12	5,81	54,30	46,71	4,6	3,7	6,25
8	SMSE + 35% BSM (CI)	35,51	5,87	56,25	46,36	4,6	4,0	5,97
9	SMCE (SI)	26,86	7,84	61,62	47,61	5,3	3,7	14,22
10	SMCE (CI)	25,77	7,65	65,45	50,52	5,3	3,7	13,98

(1)MS = Matéria Seca (DM = Dry Matter); PB = Proteína Bruta (CP = Crude Protein); pH Inicial (IN = material de origem; IN = pH on the original material)) e pH final (FI = 30 dias; FI = final pH, at 30 days); N-NH<sub>3</sub> = % de Nitrogênio amoniacal em relação à % de nitrogênio total; N-NH<sub>3</sub> = Ammonia Nitrogen related with the total N.

Pelos valores expressos na Tabela 1, observa-se que à medida que a cana-de-açúcar (CA) nos tratamentos 1, 2, 3 e 4 foi adicionada às silagens de milho sem espigas (SMSE), houve aumento dos teores de FDN e FDA, relativamente à silagem de milho com espigas (SMCE) e à silagem de milho sem espigas adicionadas com o bagaço seco de mandioca (BSM).

Observando-se os teores de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>), bem como o pH final (Tabela 1), pode-se afirmar que todos os materiais ensilados apresentaram valores compatíveis com o que se preconiza para uma silagem de qualidade regular (N-NH<sub>3</sub> variando de 9,0 a 15%; pH entre 4,3 e 4,5), segundo o que estabelece Wieringa (1966), citado por Andriquetto *et al.* (1985).

Apresentam-se na Tabela 2 os resultados para os tratamentos avaliados, relativamente às frações A, B e C, e para a taxa de degradação da fração B (c), da fibra em detergente neutro (FDN).

Pela Tabela 2, pode ser caracterizado que os valores das frações potencialmente degradáveis (B) da FDN foram semelhantes (p > 0,05) em todos os tratamentos. Para a fração não-degradável (C), é importante ressaltar que os valores mais próximos do ingrediente considerado como padrão, a SMCE (C = 15,7%), foram verificados para os tratamentos SMSE + 20% de BSM sem inoculante (C =

13,7%), SMSE + 20% de BSM com inoculante (C = 14,8%), SMSE + 35% de BSM sem inoculante (C = 12,4%) e SMSE + 35% de BSM com inoculante (C = 13,3%), que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 2.** Médias e coeficientes de variação (CV - %) dos resultados obtidos para as frações solúvel (A), potencialmente degradável (B), não-degradável (C) e para a taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c) da FDN, verificadas nas silagens de milho sem espigas (SMSE) ensiladas com cana-de-açúcar (CA) ou bagaço seco de mandioca (BSM) e na silagem de milho com espigas (SMCE), sem (SI) e com (CI) a utilização de inoculante.

**Table 2.** Averages and variation coefficient (CV - %) for the soluble (A), potentially degradable (B), non degradable (C), fraction B degradable tax (c), of neutral detergent fiber (NDF), on corn silages without spikes (SMSE) added with sugar cane (CA) and dry manioc pulp (BSM) and on corn silages (SMCE), without (SI) and with (CI) the use of inoculants.

T	Discriminação	Frações (%)			c (%/h)
		A (%)	B (%)	C (%)	
1	SMSE + 20% CA (SI)	21,8ab	57,1cd	21,1abc	4,3a
2	SMSE + 20% CA (CI)	13,9b	65,0abc	21,1abc	3,9ab
3	SMSE + 35% CA (SI)	25,9a	51,9 d	22,3ab	3,2abcd
4	SMSE + 35% CA (CI)	18,1ab	55,4cd	26,6a	2,1de
5	SMSE + 20% BSM (SI)	24,4a	61,9bcd	13,7d	2,3cde
6	SMSE + 20% BSM (CI)	19,1ab	66,2abc	14,8cd	1,6e
7	SMSE + 35% BSM (SI)	12,8b	74,8a	12,4d	3,1abcd
8	SMSE + 35% BSM (CI)	16,6ab	70,2ab	13,3 d	2,7bcde
9	SMCE (SI)	24,0a	60,3bcd	15,7bcd	3,2abcd
10	SMCE (CI)	23,4ab	59,0cd	17,7bcd	3,7abc
CV (%)		25,6	8,7	17,6	17,6

(\*)Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si ao nível de  $p < 0,05$ .

(\*)Averages with different letters, on columns, are different ( $p < 0,05$ ).

Corroborando com essa afirmativa, em linhas gerais, o fato de terem também sido observadas as maiores frações não-degradáveis (C) da fibra em detergente neutro, nos tratamentos cujas silagens foram confeccionadas com cana-de-açúcar: SMSE + 20% de CA sem inoculante (C = 21,1%), SMSE + 20% de CA com inoculante (C = 21,1%), SMSE + 35% de CA sem inoculante (C = 22,3%) e SMSE + 35% de CA com inoculante (C = 26,6%). A cana-de-açúcar, conforme foi mencionado, apresenta um elevado teor de fibra e, por consequência, pode ter contribuído com o aumento da fração não-degradável da FDN quando adicionada à silagem de milho sem espigas.

Os resultados apresentados para a FDN indicam que há a possibilidade da retirada das espigas do milho verde para a confecção de silagens, utilizando-se, como fonte de amido para a fermentação no interior do silo, o bagaço seco da mandioca.

Os resultados obtidos para a degradabilidade efetiva (DE) e potencial (DP) da FDN dos tratamentos avaliados são apresentados na Tabela 3.

Na prática, existe a expectativa de menor degradabilidade efetiva e potencial com a maior participação da celulose ou da lignina na constituição da FDN. Entretanto observando-se a Tabela 3,

constata-se que os valores para a DE e DP da FDN são semelhantes em todos os tratamentos. Era esperado que os tratamentos com maiores quantidades de cana-de-açúcar e de bagaço seco de mandioca apresentassem menor degradabilidade, tendo em vista o aporte crescente de carboidratos fibrosos. De fato, Aguiar et al. (2004) observaram a diminuição da digestibilidade da proteína bruta, do extrato etéreo e dos carboidratos não fibrosos, à medida que houve aumento da inclusão do bagaço de mandioca em silagens de capim elefante. Os autores não relatam efeitos sobre a FDN ou sobre a FDA, mas afirmam que a digestibilidade do bagaço da mandioca foi inferior à da silagem de capim elefante.

**Tabela 3.** Médias e coeficientes de variação (CV - %) dos resultados obtidos para a degradabilidade efetiva (DE), nas taxas de passagem de 2, 4 e 8%, e para a degradabilidade potencial (DP) da FDN, verificadas nas silagens de milho sem espigas (SMSE) ensiladas com cana-de-açúcar (CA) ou bagaço seco de mandioca (BSM) e na silagem de milho com espigas (SMCE), sem (SI) e com (CI) a utilização de inoculante.

**Table 3.** Averages and variation coefficient (CV - %) for the effective degradability (DE) on 2, 4 and 8% passage taxes and for potential degradability (DP) of neutral detergent fiber (NDF), on corn silages without spikes (SMSE) added with sugar cane (CA) and dry manioc pulp (BSM) and on corn silages (SMCE), without (SI) and with (CI) the use of inoculants.

T	Discriminação	DE (%)			DP (%)
		2%/h	4%/h	8%/h	
1	SMSE + 20% CA (SI)	60,7a	51,3a	41,7a	76,3a
2	SMSE + 20% CA (CI)	56,8a	45,9ab	35,2ab	74,8a
3	SMSE + 35% CA (SI)	57,3a	48,6a	40,5a	71,7ab
4	SMSE + 35% CA (CI)	46,7b	34,4b	29,7b	61,6c
5	SMSE + 20% BSM (SI)	57,4a	46,9ab	38,2ab	74,2a
6	SMSE + 20% BSM (CI)	48,8ab	38,3b	30,4b	64,7bc
7	SMSE + 35% BSM (SI)	57,6a	44,9ab	33,3ab	78,6a
8	SMSE + 35% BSM (CI)	56,3a	44,5 ab	34,1 ab	75,5a
9	SMCE (SI)	61,1a	50,8a	41,2a	78,2a
10	SMCE (CI)	61,4a	51,5a	41,8a	78,1a
CV (%)		7,4	9,9	12,8	5,9

(\*)Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si ao nível de  $p < 0,05$ .

(\*)Averages with different letters, on columns, are different ( $p < 0,05$ ).

Os resíduos provenientes do processamento de produtos agrícolas apresentam ampla variação na sua composição. Em função disso, os resultados obtidos por diferentes autores são de difícil comparação e indicam a necessidade contínua da realização de trabalhos experimentais.

A Tabela 4 contém os resultados obtidos para as frações A, B e C, e para a taxa de degradação da fração B (c), da fibra em detergente ácido (FDA) dos ingredientes avaliados.

Pela Tabela 4, pode-se evidenciar que a fração potencialmente degradável (B) da FDA apresentou-se com o menor ( $p < 0,05$ ) valor para o tratamento contendo SMSE + 20% de BSM com inoculante (B = 46,0%). O mesmo tratamento é caracterizado com maior ( $p < 0,05$ ) fração não-degradável (C = 40,1%), indicando relativa baixa qualidade do material avaliado. Esperava-se que o referido

tratamento apresentasse pelo menos o mesmo comportamento dos tratamentos com cana-de-açúcar (ingrediente que, quando adicionado, promoveria o aumento do teor de FDA), relativamente à sua fração não-degradável. A explicação para esse comportamento não é evidente e pode indicar inclusive algum problema de amostragem.

**Tabela 4.** Médias e coeficientes de variação (CV - %) dos resultados obtidos para as frações solúvel (A), potencialmente degradável (B), não degradável (C) e para a taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c) da FDA, verificadas nas silagens de milho sem espigas (SMSE) ensiladas com cana-de-açúcar (CA) ou bagaço seco de mandioca (BSM) e na silagem de milho com espigas (SMCE), sem (SI) e com (CI) a utilização de inoculante.

**Table 4.** Averages and variation coefficient (CV - %) for the soluble (A), potentially degradable (B), non degradable (C), fraction B degradable tax (c), of acid detergent fiber (ADF), on corn silages without spikes (SMSE) added with sugar cane (CA) and dry manioc pulp (BSM) and on corn silages (SMCE), without (SI) and with (CI) the use of inoculants.

T	Discriminação	Frações (*)			c (%/h)
		A (%)	B (%)	C (%)	
1	SMSE + 20% CA (SI)	3,6d	69,2abc	27,1c	3,8a
2	SMSE + 20% CA (CI)	5,2cd	64,9bcd	29,2b	3,4ab
3	SMSE + 35% CA (SI)	8,5bcd	70,9abc	20,7e	2,6cd
4	SMSE + 35% CA (CI)	3,8d	73,6a	22,6de	2,3d
5	SMSE + 20% BSM (SI)	9,9abcd	59,0d	31,1b	2,7cd
6	SMSE + 20% BSM (CI)	13,9ab	46,0e	40,1a	2,7cd
7	SMSE + 35% BSM (SI)	17,0a	63,0cd	20,1e	2,9cd
8	SMSE + 35% BSM (CI)	8,9bcd	72,1ab	19,1e	2,8cd
9	SMCE (SI)	13,9ab	64,0bcd	22,7de	2,6cd
10	SMCE (CI)	11,0abc	65,0bcd	24,0d	3,0bc
CV (%)		34,6	5,9	4,8	10,1

(\*)Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si ao nível de p <0,05.  
 (\*)Averages with different letters, on columns, are different (p <0.05).

Observando-se a fração C da FDA para os tratamentos contendo SMSE + 35% de BSM sem inoculante (C= 20,1%) e SMSE + 35% de BSM com inoculante (C= 19,1%), SMCE sem inoculante (C= 22,7%) e SMCE com inoculante (C= 24,0%), nota-se que não há diferença (p>0,05). Desse forma, pode haver a inclusão do BSM no lugar das espigas de milho verde, para a produção de silagem, até o nível de 35%.

Abraão *et al.* (2004), utilizaram resíduos da extração da fécula de mandioca em substituição ao milho, com novilhos mestiços confinados, tendo observado que a substituição total do milho não afetou o ganho de peso ou a conversão alimentar. No entanto, dada a necessidade de aumento de fontes de proteínas para o balanceamento da dieta, devido ao baixo teor protéico do material testado, há que se considerar o custo de produção, além da oferta desse produto nos locais onde os animais são confinados.

Estudando a produção e a conversão alimentar de novilhas mestiças (Holandês x Zebu), recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de mandioca

na silagem de capim elefante (relação volumoso/concentrado = 60/40), Silva *et al.* (2004) concluíram que houve vantagem da inclusão do bagaço nas silagens em até 20%, sem o comprometimento do desempenho.

Os resultados da degradabilidade efetiva (DE) e potencial (DP) da fibra em detergente ácido (FDA) dos tratamentos avaliados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Médias e coeficientes de variação (CV - %) dos resultados obtidos para a degradabilidade efetiva (DE), nas taxas de passagem de 2, 4 e 8%, e para a degradabilidade potencial (DP) da FDA, verificadas nas silagens de milho sem espigas (SMSE) ensiladas com cana-de-açúcar (CA) ou bagaço seco de mandioca (BSM) e na silagem de milho com espigas (SMCE), sem (SI) e com (CI) a utilização de inoculante.

**Table 5.** Averages and variation coefficient (CV - %) for the effective degradability (DE) on 2, 4 and 8% passage taxes and for potential degradability (DP) of acid detergent fiber(ADF), on corn silages without spikes (SMSE) added with sugar cane (CA) and dry manioc pulp (BSM) and on corn silages (SMCE), without (SI) and with (CI) the use of inoculants.

T	Discriminação	DE (%)			DP (%)
		2%/h	4%/h	8%/h	
1	SMSE + 20% CA (SI)	49,1bc	37,5b	26,0bc	68,5ab
2	SMSE + 20% CA (CI)	46,2cd	35,1bc	24,6bc	64,6bcd
3	SMSE + 35% CA (SI)	48,2bc	36,1bc	25,6bc	68,1ab
4	SMSE + 35% CA (CI)	42,8de	30,3d	20,0d	62,8cd
5	SMSE + 20% BSM (SI)	43,4de	33,3cd	24,5c	60,0d
6	SMSE + 20% BSM (CI)	40,3e	32,4cd	25,5bc	53,3e
7	SMSE + 35% BSM (SI)	54,1a	43,3a	33,6a	71,9a
8	SMSE + 35% BSM (CI)	50,6ab	38,3b	27,4bc	70,9a
9	SMCE (SI)	49,2bc	38,3b	28,9b	67,0abc
10	SMCE (CI)	49,7bc	38,6b	28,5bc	68,2ab
CV (%)		3,8	5,3	7,9	3,5

(\*)Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si ao nível de p <0,05.  
 (\*)Averages with different letters, on columns, are different (p <0.05).

É importante observar (Tabela 5) que os melhores valores para DE (p <0,05) da FDA foram obtidos no tratamento contendo SMSE + 35% de BSM sem inoculante (DE 2%/h = 54,1%; DE 4% = 43,3% e DE 8% = 33,6%) e que, para a SMSE + 35% de BSM com inoculante (DE 2%/h = 50,6%; DE 4% = 38,3% e DE 8% = 27,4%), houve semelhança (p >0,05) com a SMCE sem inoculante (DE 2%/h = 49,2%; DE 4% = 38,3% e DE 8% = 28,9%) e com a SMCE sem inoculante (DE 2%/h = 49,7%; DE 4% = 38,6% e DE 8% = 28,5%). Desse modo, pode-se evidenciar que há potencial de inclusão do bagaço seco de mandioca nas silagens de milho cujas espigas foram colhidas no ponto de milho verde. Ratifica-se tal afirmação quando se observam os valores da DP da SMSE + 35% de BSM sem inoculante (DP = 71,9%) e da SMSE sem espigas + 35% de BSM com inoculante (DP = 70,9%), também semelhantes à SMCE sem inoculante (DP = 67,0%) e à SMCE com inoculante (DP = 68,2%).

Nos tratamentos em que os dois níveis de cana-de-açúcar foram utilizados (20 e 35%), com ou sem

inoculante, é importante ressaltar que os valores obtidos para a DE e DP, em linhas gerais, não diferiram ( $p > 0,05$ ) da silagem de milho com espigas (SMCE), indicando a possibilidade de uso das duas proporções de cana, sem efeito negativo sobre a degradabilidade da FDA.

### Conclusão

Nas condições experimentais propostas, foi possível a adição de bagaço seco de mandioca (BSM) às silagens de milho sem espigas, até o nível de 35% (base da MS), tendo em vista que não houve efeito sobre a fração não-degradável (C), tanto para a FDN quanto para a FDA, em comparação com a silagem e milho com espigas.

Os valores para a degradabilidade efetiva e potencial da FDN e da FDA foram semelhantes nas silagens contendo o bagaço seco de mandioca no lugar das espigas verdes, o que ratifica a sua possibilidade de uso, com vistas à redução dos impactos ambientais e dos custos da alimentação dos animais.

### Referências

- ABRAHÃO, J.J.S. et al. Avaliação do resíduo úmido da extração de fécula de mandioca em substituição ao milho em dietas de tourinhos em terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. 5p. 1 CD-Rom.
- AGUIAR, M.S.M.A. et al. Digestibilidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) acrescida de diferentes níveis de bagaço de mandioca na alimentação de novilhas mestiças de Holandês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-Rom.
- ANDRIGUETTO, J.M. et al. *Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos*. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1985.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 13. ed. Washington, D.C.: George Banta, 1980.
- CAMARGO, C. et al. Functional properties of sour cassava (*Manihot utilissima*) starch: polvilho azedo. *J. Sci. Food Agric.*, London, v. 33, n. 3, p. 273-89, 1988.
- FONSECA JÚNIOR, N.S. et al. Mandioca. In: Instituto Agrônomo do Paraná. *Agronegócio do Paraná: perfil e caracterização das demandas das cadeias produtivas*. Londrina: Iapar, 2000. p. 205-214. (Iapar. Documento, 24).
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 88, p. 645-650, 1977.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen for incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 92, p. 499-503, 1979.
- PAGNONCELLI, M.G.B. *Estudo da biodiversidade de bactérias lácticas isoladas de frutos do café no Estado do Paraná: isolamento, identificação e avaliação de seu potencial nos processos de ensilagem da casca de café*. 2002. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JUNIOR, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: Fealq, 1994.
- SAS INSTITUTE INC. *SAS User's guide: statistics*. 5. ed. Cary: SAS Inst. Inc., 1996.
- SCHOLZ, M.B.S.; TAKAHASHI, M. Utilização da mandioca. In: TAKAHASHI, M. et al. (Org.). *Mandioca - antes, agora e sempre*. Curitiba: Iapar, 2002. p. 17-41. (Circular Técnica, n. 123).
- SEAB/DERAL. *Tabelas estatísticas de produção agrícola*. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/>> Acesso em: 10 out. 2004.
- SILVA, F.F. et al. Produção e conversão alimentar de novilhas mestiças alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de bagaço de mandioca na silagem de capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. CD-Rom.
- VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v. 74, n. 9, p. 1-15, 1991.

Received on July 11, 2006.

Accepted on November 20, 2006.