

# Degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar integral tratada com diferentes níveis de hidróxido de sódio<sup>1</sup>

## Degradability of integral sugar cane treated with different sodium hydroxide levels

Andréa Pereira Pinto<sup>2\*</sup>; Ivone Yurika Mizubuti<sup>3</sup>; Édson Luis de Azambuja Ribeiro<sup>3</sup>; Marco Antonio da Rocha<sup>4</sup>; Mauro Freitas Silva Filho<sup>5</sup>; Juliana Tiemi Kuraoka<sup>6</sup>

### Resumo

O experimento foi realizado utilizando-se quatro bovinos fistulados no rúmen. Durante o experimento, os animais receberam uma dieta à base de silagem de milho e cana-de-açúcar picada e tratada com 2% de NaOH. Foram avaliados quatro tratamentos à base de cana-de-açúcar com diferentes níveis de NaOH (0, 2, 4 e 6%) incubados no rúmen usando-se sacos de náilon. Determinou-se o desaparecimento da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) em 0; 6; 12; 24; 48; 72; 96 e 144 horas de incubações no rúmen. As degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) foram determinadas segundo o modelo proposto por Orskov & McDonald (1979) a uma taxa de passagem de 5%/h. Dentro dos tempos de incubação, houve maior desaparecimento de MS, MO, FDN, FDA, CEL e HEM. para o tratamento com 6% de NaOH. Observou-se maior ( $P < 0,05$ ) DP e DE, respectivamente, para MS (62,01% e 49,39%), MO (62,98% e 49,10%), FDN (57,61% e 34,75%), FDA (55,67% e 35,25%), CEL (64,89% e 36,73%) e HEM (61,44% e 35,72%), da cana-de-açúcar tratada com 6% de NaOH. Pode-se concluir que o tratamento químico da cana-de-açúcar com 6% de NaOH promoveu maior degradabilidade potencial e efetiva da MS, MO e da fração fibrosa. Os valores de DP e DE da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com 6% de NaOH, justificam a utilização deste tratamento nas condições em que estas foram utilizadas.

**Palavras-chave:** Alimentação, bovinos, nutrição, ruminante, tratamento químico

### Abstract

The experiment was carried out being used four bovine cannulated at rumen. Corn silage and chopped sugar cane, treated with 2% NaOH were furnished to the animals during the experiment. Four treatments consisting of sugar cane treated with 0, 2, 4 and 6% NaOH were evaluated by ruminal incubation using nylon bags. Dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CELL) and hemicellulose (HEM) disappearance were evaluated in 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 144 hours of ruminal incubation. Potential degradability (PD) and effective degradability (ED) were determined using the model suggested by Orskov & Mc Donald (1979), accepting a passage rate of

<sup>1</sup> Projeto financiado pela Fundação Araucária. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (doutorado) da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia/UEL. Bolsistas de Produtividade do CNPq.

<sup>4</sup> Departamento de Zootecnia/UEL

<sup>5</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (Mestrado)/UEL.

<sup>6</sup> Médica veterinária. Bolsista de aperfeiçoamento do CNPq. E-mail: deiapp@hotmail.com.

\* Autor para correspondência

5%/hour. It was observed highest ( $P < 0.05$ ) PD and ED, respectively, for DM (62,01% and 49,39%), OM (62,98% and 49,10%), NDF (57,61% and 34,75%), ADF (55,67% and 35,25%), CEL (64,89% and 36,73%) and HEM (61,44% and 35,72%), in sugar cane treated with 6% NaOH. It can be concluded that the chemical treatment of the sugar-cane with 6% NaOH promoted highest potential degradability of the dry matter, organic matter and fibrous fraction. PD and ED values of the fibrous fraction of the sugar cane treated with 6% NaOH, justify the use of this treatment in conditions in that these were used.

**Key words:** Cattle, chemical treatment, feeding, nutrition, ruminant

## Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura disseminada em todo território brasileiro. É de fácil cultivo e grande produção de massa verde, podendo ser utilizada na alimentação de bovinos na época da estação seca. Uma vez madura, seu conteúdo em sacarose diminui e os teores de açúcares redutores aumentam, prejudicando o seu valor para produção de açúcar, mas não para alimentação animal. Devido à sua característica em encerrar altos teores de açúcares no período da seca, torna-se um cultivo estratégico e de baixo custo, para ser usado na alimentação dos animais ruminantes (MOREIRA, 1983).

Andrade (1995) e Oliveira (1995) relataram as seguintes vantagens do uso da cana de açúcar como volumoso: cultura bem conhecida; colheita da safra coincidente com a escassez de forragens verdes; alta produção de energia por área cultivada; boa fonte de carboidrato na forma de sacarose que é altamente solúvel no rúmen dos animais; manutenção do valor nutritivo por longo tempo após a maturação e grande aceitação pelos bovinos.

A alta produtividade em matéria seca (20 a 30 toneladas por hectare) na época de estação seca do ano, e a digestibilidade em torno de 55,0 a 60,0%, indicam a possibilidade de emprego da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos, em grande parte do território nacional (AROEIRA et al., 1993b). Segundo o IBGE (2006), a produção nacional de cana-de-açúcar em 2005 foi de 421.761.019 toneladas com um rendimento médio de 71.796 kg/ha.

Quando a cana de açúcar ultrapassa o seu ponto ideal de corte, os materiais fibrosos, tais como, a celulose e a hemicelulose podem apresentar-se aglutinadas em um arranjo incrustado por lignina. Embora as enzimas

microbianas presentes no rúmen tenham a capacidade de hidrolisar a celulose, ocorre dificuldade de acesso das mesmas para a ruptura deste polímero celulósico (RODRIGUES; PEIXOTO, 1993). Portanto, o tratamento desses materiais fibrosos, tem por objetivo promover a ruptura das complexas ligações químicas da lignina com a celulose e com a hemicelulose, permitindo que a celulose e a hemicelulose remanescentes sejam mais facilmente degradadas pelas bactérias do rúmen. Este conjunto de alterações resulta em aumento da eficiência de utilização dos alimentos (CAMPOS NETO, 1987).

Como a alimentação corresponde de 60 a 70% dos custos de criação de ruminantes, é importante a investigação de alternativas alimentares de baixo custo (DUTRA et al., 1997). No Brasil, a utilização de silagem de milho têm se tornado inviável para pequenos produtores, devido ao alto custo (RIBEIRO et al., 2000) e a cana-de-açúcar tem se mostrado uma excelente alternativa, principalmente quando utilizada com um suplemento protéico.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a degradabilidade de alguns nutrientes da cana-de-açúcar “in natura” e tratada com diferentes níveis de hidróxido de sódio, em diferentes tempos de incubação no rúmen, bem como determinar a sua degradabilidade potencial e efetiva.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de metabolismo animal da Fazenda Escola e no laboratório de nutrição animal, da Universidade Estadual de Londrina, Paraná. Foram utilizados quatro bovinos machos, Holandeses, castrados, pesando em média 500 kg e fistulados no rúmen.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4 x 4, com quatro animais e quatro períodos de sete dias, com tratamentos (T) à base de cana-de-açúcar, variedade RB785148, “in natura”, picada e tratada com uma solução 1+1 (p/v) de hidróxido de sódio em diferentes porcentagens, sendo: T0=cana-de-açúcar sem NaOH; T1=cana-de-açúcar com 2% de NaOH; T2=cana-de-açúcar com 4% de NaOH e T3=cana-de-açúcar com 6% de NaOH.

A composição química da cana-de-açúcar “in natura” (T0) e tratada com NaOH (T1, T2 e T3) utilizada para incubação no rúmen pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) hemicelulose (HEM) e lignina (LIG) da cana-de-açúcar utilizada nos diferentes tratamentos (T).

Tratamento	MS (%)	Componentes (% na MS)						
		MO	PB	FDN	FDA	CEL	HEM	LIG
T0	31,41	97,00	1,74	58,41	36,86	28,97	21,55	7,26
T1	34,21	95,94	2,02	62,78	40,73	32,13	22,05	7,48
T2	33,16	95,73	1,82	61,31	39,89	31,38	21,42	7,76
T3	33,84	94,14	1,99	62,51	41,05	32,59	21,46	7,34

T0=cana-de-açúcar sem NaOH; T1=cana-de-açúcar com 2% de NaOH; T2=cana-de-açúcar com 4% de NaOH; T3=cana-de-açúcar com 6% de NaOH.

O ensaio compreendeu uma fase de adaptação de 21 dias, com os animais permanecendo em pasto de “Coast-cross” onde receberam em duas refeições diárias, às 7:00 e às 17:00 horas, 6,0kg/animal/dia de silagem de milho e 12,5kg/animal/dia de cana picada no cocho, sendo esta última fornecida durante cinco dias sem NaOH; cinco dias com 1% de NaOH e depois, com 2% de NaOH até o final do experimento. A água foi fornecida à vontade.

A cana-de-açúcar fornecida diariamente foi picada a cada dois dias e colocada sobre uma lona preta em barracão coberto, onde recebeu a solução de hidróxido de sódio, foi homogeneizada, e após repouso de 24 horas, fornecida aos animais.

Para incubação no rúmen, foram utilizados sacos de náilon, que após serem previamente pesados, receberam aproximadamente 7 (sete) gramas de

A amostra para o T0 foi colocada em estufa com circulação forçada de ar a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  por 48 horas. Os demais tratamentos (T1, T2 e T3), antes da pré-secagem, receberam uma solução de hidróxido de sódio, na razão de 1+1 (p/v), conforme as porcentagens acima citadas, calculadas com base na matéria seca, homogeneizados manualmente, permanecendo em repouso por 24 horas. Todas as amostras experimentais pré-secas foram moídas, de modo que o tamanho das partículas fossem de aproximadamente 5 mm.

alimento/saco, preparados conforme os tratamentos estudados. Em seguida, foram fechados com elástico e presos a uma corrente de metal para que o material se alojasse no saco ventral do rúmen. Depois de retirados do rúmen, os sacos com os resíduos foram lavados e colocados em estufa de circulação forçada de ar a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  por 72 horas. Os resíduos foram triturados em moinho com peneira de dois milímetros. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas (CIN) segundo as metodologias descritas por ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1990); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e celulose (CEL) de acordo com Goering e Van Soest (1970).

Os desaparecimentos dos componentes nutritivos foram avaliados nos tempos de 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 144 horas de permanência no rúmen.

Para a avaliação da degradabilidade potencial da MS, matéria orgânica (MO), FDN, FDA, CEL e HEM, foi utilizado o modelo proposto por Orskov e Mc Donald (1979), onde  $DP = a + b(1 - e^{-kt})$ , sendo: DP = degradabilidade potencial do componente nutritivo em porcentagem; a = fração solúvel em porcentagem; b = fração insolúvel potencialmente degradável em porcentagem; k = taxa de digestão por ação fermentativa da fração b em porcentagem por hora, e t = tempo de incubação em horas.

Para estimar a degradabilidade efetiva foi usada a expressão  $DE = a + [(b * k) / (k + k_p)]$ , sendo: DE = degradabilidade efetiva em porcentagem;  $k_p$  = ritmo de fluxo das frações nutritivas por hora, sendo que foi usado um  $k_p$  de 5%/h, sugerido pelo AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH

COUNCIL (1992), e “a”, “b” e “k” = as mesmas constantes da equação anteriormente citada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o programa STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (2001), e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Verificou-se que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as porcentagens de desaparecimento da MS da cana tratada com 6% de NaOH e os demais tratamentos em todos os tempos de incubação. A cana sem tratamento e tratada com 2 e 4% de NaOH não diferiram entre os tempos de 0, 6, 12, 24 e 96 horas de incubação (Tabela 2).

**Tabela 2.** Porcentagem de desaparecimento da matéria seca e matéria orgânica dos tratamentos (T) dentro dos tempos de incubação no rúmen.

Tratamento	Tempo de incubação (horas)							
	0	6	12	24	48	72	96	144
Matéria Seca (%)								
T0	37,41b	41,26b	43,00b	45,89b	49,30c	51,92c	54,10b	55,20c
T1	37,74b	40,70b	42,78b	45,71b	49,59c	52,55bc	54,21b	56,12c
T2	37,92b	41,29b	42,78b	46,24b	51,34b	54,16b	55,72b	58,03b
T3	40,65a	43,58a	46,76a	49,80a	55,78a	59,77a	61,18a	62,26a
Matéria Orgânica (%)								
T0	37,29b	41,53c	43,72b	46,82b	50,61b	53,46c	55,67b	56,92c
T1	37,35b	40,79bc	43,08b	46,25b	50,82b	53,98bc	55,58b	57,73bc
T2	37,54b	41,18a	42,92b	46,57b	52,10b	55,16b	56,85b	59,17b
T3	39,87a	42,98a	46,50a	49,76a	56,10a	60,49a	62,01a	63,29a

T0=cana-de-açúcar sem NaOH; T1=cana-de-açúcar com 2% de NaOH; T2=cana-de-açúcar com 4% de NaOH; T3=cana-de-açúcar com 6% de NaOH. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna (dentro de componente nutritivo) diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey; Coeficiente de variação da MS=2,39% e MO=2,25%

As porcentagens de desaparecimento da MS obtidos neste trabalho foram inferiores aos observados por Aroeira et al. (1993a) e Ruggier et al. (1996) que relataram valores de 74,6% e 69,41% de desaparecimento da MS, para 72 e 96 horas de incubação, respectivamente. O baixo desaparecimento da MS neste trabalho pode ser explicado, em parte, pelo fato de terem sido incubadas amostras com tamanhos de partículas maiores do que

os de Ruggier et al. (1996), que trabalharam com partículas de 1mm e incubaram quantidades menores por saco (5,0g), o que pode ter contribuído para um maior desaparecimento da MS. Além disso, a cana-de-açúcar estudada no presente experimento já havia sofrido dois cortes e estava com 18 meses de rebrota, tendo sofrido uma forte geadas, que pode ter contribuído para os baixos valores de degradabilidade da mesma.

Por outro lado, os valores obtidos para a cana-de-açúcar tratada com 6% de NaOH foram próximos aos valores relatados por Carmo et al. (2001) que obtiveram desaparecimentos de 60,21%, 62,26% e 63,67% da MS, respectivamente, para 72, 96 e 120 horas de incubação em bovinos.

Observou-se maior ( $P < 0,05$ ) solubilidade da matéria orgânica da cana tratada com 6% de NaOH (39,87%), e a partir de 12 horas de incubação houve maior desaparecimento da MO da cana deste tratamento. De maneira geral, as porcentagens de desaparecimento da MO de todos os tratamentos (Tabela 2) foram superiores às obtidas por Borges et al. (1998) que incubaram bagaço de cana auto

hidrolisado (BAH) e obtiveram valores que variaram de 22,24% e 11,46% (3 horas) até 36,58% e 37,85% (72 horas) para os animais recebendo dietas respectivas, de 64% BAH + 36% caroço de algodão integral (CAI) e 14% BAH + 36% CAI + 50% feno de aveia.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da MS e MO, entre os tratamentos com 0, 2 e 4% de NaOH, sendo os valores inferiores ao da cana com 6% de NaOH (Tabela 3). Possivelmente a baixa degradabilidade da MS seja devido ao elevado teor de FDN do material utilizado.

**Tabela 3.** Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de fermentação (kd%/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca e matéria orgânica.

Tratamento	a	b	kd %/h	DP (%)	DE (%)
Matéria Seca					
T0	37,41d	17,79b	3,30a	54,73b	44,06b
T1	37,74c	18,38b	2,46a	55,31b	43,67b
T2	37,91b	20,11ab	2,27a	57,23b	44,17b
T3	40,65a	21,61a	3,41a	62,01a	49,39a
CV (%)	-	5,63	29,29	2,14	2,57
Matéria Orgânica					
T0	37,29d	19,63b	2,97a	56,42b	44,34b
T1	37,35c	20,38b	2,43a	56,86b	43,90b
T2	37,54b	21,64ab	2,35a	58,38b	44,41b
T3	39,87a	23,42a	3,28a	62,98a	49,10a
CV (%)		5,13	19,84	2,04	2,17

T0=cana-de-açúcar sem NaOH; T1=cana-de-açúcar com 2% de NaOH; T2=cana-de-açúcar com 4% de NaOH; T3=cana-de-açúcar com 6% de NaOH. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (dentro de componente nutritivo), diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

As degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) da MS da cana tratada com 6% de NaOH (62,01% e 49,39%, respectivamente), obtida com 144 horas de incubação foram semelhantes aos valores observados por Aroeira et al. (1995) com 72 horas de incubação (62,1% de DP e 50,2% de DE) da cana-de-açúcar mais uréia. De modo geral, a DE da MS em todos os tratamentos estudados, foram maiores do que aqueles relatados por Valadares Filho (1990), cujos valores foram de 35,9% de degradação para cana-de-açúcar em vacas alimentadas com silagem de milho e concentrado.

As frações solúveis da MS variaram de 37,41% (cana sem NaOH) a 40,65% (cana com 6% NaOH), sendo semelhantes ao valor obtido por Aroeira et al. (1995) (38,8%) e inferiores aos relatados por Franzolin e Franzolin, (2000) (46,82%), que atribuíram os altos valores de fração solúvel aos carboidratos da parede celular, demonstrando grande concentração de açúcar solúvel (sacarose) no conteúdo celular, prontamente disponível para a fermentação microbiana.

A taxa de digestão (kd) por ação fermentativa da fração “b” da MS, MO, FDA e CEL não diferiu

( $P>0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 3 e 5), estando os valores próximos aos observados por Aroeira et al. (1995) que trabalharam com cana-de-açúcar mais uréia (3,0%/h e 3,1%/h, respectivamente, para MS e FDN).

Com relação à fração fibrosa da cana-de-açúcar (Tabela 4) observou-se um maior ( $P<0,05$ ) desaparecimento de FDN, FDA, CEL e HEM para a cana tratada com 6% de NaOH dentro de cada tempo de incubação no rúmen. Provavelmente houve um efeito deslignificante da solução alcalina mais concentrada, permitindo que a celulose e a hemicelulose remanescentes fossem mais facilmente degradadas pelas bactérias do rúmen (CAMPOS NETO, 1987).

As degradabilidades da FDN da cana, em todos os tratamentos estudados (Tabela 4) foram superiores aos obtidos por Carmo et al. (2001), Aroeira et al. (1993a) e Ruggier et al. (1996), que obtiveram, respectivamente, 35,37%; 43,70% e

50,51% de degradabilidade, em 120, 72 e 96 horas de incubação, respectivamente.

Segundo Ravelo, Gonzalez e Deb Hovell (1978), um dos fatores que limitam a utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes é a baixa degradação da fibra no rúmen, limitando a taxa de reciclagem ruminal e ocasionando baixo consumo. Verificou-se que o tratamento químico da cana-de-açúcar proporcionou um aumento da degradabilidade das frações fibrosas (Tabela 4) o que poderia resultar no aumento do consumo voluntário. Este fato foi observado no período de adaptação dos animais, quando estes receberam cana “in natura” e em seguida cana tratada.

A fração insolúvel potencialmente degradável (b) da FDN foi inferior aos valores obtidos por Aroeira et al. (1993a) e Aroeira et al. (1995). Essa diferença pode ser devido ao fato de se utilizar neste experimento, tamanho de partícula diferente, além das condições da cana utilizada neste experimento.

**Tabela 4.** Porcentagem de desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) dos tratamentos (T) dentro dos tempos de incubação.

Tratamento	Tempo de incubação (horas)							
	0	6	12	24	48	72	96	144
Fibra em Detergente Neutro (%)								
T0	11,73b	14,63c	22,22bc	27,34c	39,14c	43,13c	45,94b	48,41c
T1	13,94b	15,36bc	20,02c	35,13b	42,34b	47,30b	48,38b	50,88bc
T2	14,15b	17,07a	23,81ab	29,38c	41,54bc	45,95b	48,60b	51,95b
T3	17,28a	19,05a	24,98a	37,90a	47,10a	53,49a	56,81a	57,76a
Fibra em Detergente Ácido (%)								
T0	8,32c	11,12c	19,21c	24,71c	37,35c	40,51c	43,22c	45,25d
T1	12,74b	15,45b	23,04b	26,61bc	39,18c	43,70b	45,43c	47,88c
T2	12,94b	16,42b	22,97b	27,31b	41,58b	45,52b	47,89b	50,41b
T3	18,05a	21,17a	29,10a	33,51a	47,09a	52,85a	54,97a	55,79a
Celulose (%)								
T0	9,01b	13,52c	22,82c	29,95c	43,46d	48,19c	51,40c	54,70c
T1	14,51a	18,67b	27,50b	32,61c	46,70c	51,69b	53,99bc	56,92bc
T2	14,25a	19,61ab	28,98b	35,74b	49,92b	54,13b	56,41b	59,34b
T3	16,20a	22,22a	33,02a	39,22a	55,76a	60,53a	63,33a	65,25a
Hemicelulose (%)								
T0	14,46a	14,57b	15,59b	31,57b	42,19b	47,58bc	50,57b	53,77b
T1	14,04a	15,21ab	15,98b	46,45a	47,77a	52,40ab	53,47b	56,04b
T2	16,79a	18,76ab	24,99a	32,43b	41,78b	46,50c	50,02b	54,49b
T3	16,93a	19,99a	26,99a	45,23a	47,13a	54,84a	60,76a	61,64a

T0=cana-de-açúcar sem NaOH; T1=cana-de-açúcar com 2% de NaOH; T2=cana-de-açúcar com 4% de NaOH; T3=cana-de-açúcar com 6% de NaOH. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna (dentro de componente nutritivo) diferem entre si ( $P<0,05$ ) pelo Teste de Tukey; Coeficiente de variação da FDN=5,56%; FDA=4,86%; CEL=5,44% e HEM=9,74%.

Semelhante aos resultados obtidos para FDN, o tratamento alcalino com 6% proporcionou aumento da degradabilidade da FDA, o que pode ser atribuído à quebra das ligações lignocelulósicas, permitindo o ataque microbiano e, conseqüentemente, a melhor

degradabilidade da FDA, celulose e hemicelulose. A DE da FDA foi maior do que os valores obtidos por Pires et al., (2004) para bagaço de cana-de-açúcar, tratada com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio, que variaram de 12,56% a 18,34%.

**Tabela 5.** Fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de fermentação (kd %/h), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e hemicelulose.

Tratamento	a	b	kd %/h	DP (%)	DE (%)
<b>Fibra em Detergente Neutro</b>					
T0	11,73d	36,68b	3,03ab	47,73b	25,30c
T1	13,94c	36,938ab	3,16ab	50,35b	28,10b
T2	14,15b	37,80ab	2,71b	50,99b	27,29bc
T3	16,52a	41,24a	3,98a	57,61a	34,75a
CV (%)	-	4,70	12,42	3,05	3,17
<b>Fibra em Detergente Ácido</b>					
T0	8,33d	36,92a	3,36a	44,73c	22,83b
T1	12,73c	35,14a	3,31a	47,15bc	26,31b
T2	12,93b	37,48a	2,99a	49,80b	26,86b
T3	18,04a	37,75a	4,24a	55,67a	35,25a
CV (%)	-	4,04	20,17	3,59	6,60
<b>Celulose</b>					
T0	9,01d	45,69ab	2,85a	53,87b	25,54c
T1	14,51b	42,41b	3,08a	56,05b	30,39bc
T2	14,25c	45,09ab	3,03a	58,66b	31,15b
T3	16,20a	49,06a	3,63a	64,89a	36,73a
CV (%)	-	3,74	13,46	3,42	6,68
<b>Hemicelulose</b>					
T0	16,93a	36,84b	2,73ab	52,77b	29,68bc
T1	15,98c	40,07ab	3,22ab	55,65b	31,66b
T2	16,79b	37,70b	2,48b	52,77b	28,95c
T3	15,59d	46,05a	3,91a	61,44a	35,72a
CV (%)	-	7,48	18,00	3,89	3,29

T0=cana-de-açúcar sem NaOH; T1=cana-de-açúcar com 2% de NaOH; T2=cana-de-açúcar com 4% de NaOH; T3=cana-de-açúcar com 6% de NaOH. Médias seguidas de letras diferentes nas colunas (dentro de componente nutritivo), diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

De maneira geral, neste trabalho, a solução alcalina a 6% melhorou a DP e DE da fração fibrosa.

Segundo Preston (1984), o valor nutritivo da cana-de-açúcar é limitado pela baixa taxa de degradação da parede celular, que contribui com pouca energia metabolizável para o animal e reduz a eficiência de utilização dos açúcares solúveis através do efeito negativo sobre o ecossistema ruminal, devido a baixa taxa de turnover no rúmen.

## Conclusões

O tratamento químico da cana-de-açúcar com 6% de NaOH promoveu maior degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca, matéria orgânica e da fração fibrosa, sugerindo um melhor aproveitamento da mesma, entretanto devido a deficiência em proteínas deve-se suplementar os animais de acordo com sua produção.

Os valores de degradabilidade potencial e efetiva da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com 6% de NaOH, justificam a utilização deste tratamento nas condições em que estas foram utilizadas.

## Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: Cab.International, 1992.
- ANDRADE, N. O. *Cana como volumoso para bovinos*. Campinas: CATI, 1995. p.11-24. (Boletim Técnico Cati, 203).
- AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DAYRELL, M. S.; LIZIEIRE, R. S.; TORRES, M. P. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças Holandês x Zebú em lactação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.24, n.6, p.1016-1026, 1995.
- AROEIRA, L. M.; SILVEIRA, M. I.; LIZIEIRE, R. S.; MATOS, L. L.; FIGUEIRA, D. G. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeu x Zebu. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.22, n.4, p.552-564, 1993a.
- AROEIRA, L. M.; SILVEIRA, M. I.; LIZIEIRE, R. S.; MATOS, L. L. Digestibilidade, balanço de nitrogênio e concentração de amônia no rúmen de novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar e uréia mais farelos de arroz ou de algodão. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.22, n.6, p.893-901, 1993b.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 15 ed. Virgínia: Keneth Helrich, 1990. v.1.
- BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; GRAÇA, D. S.; MORAIS, M. G.; ZEOULA, L. M.; FRANCO, G. L. Influência da dieta sobre o desaparecimento in situ de algumas frações do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnoses, 1998. CD-ROM.
- CAMPOS NETO, O. Utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL. SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 4., 1987, Brasília. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p.129-152.
- CARMO, C. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; ZEOULA, N. M. B. L. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Sacharum spp*) com diferentes fontes de proteína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.6S, p.2126-2133, 2001.
- DUTRA, A. R.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; VALADARES FILHO, S. C.; MANCIO, A. B.; THIEBAUT, J. T. L.; MATOS, F. N.; RIBEIRO, C. V. M. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.26, n.4, p.787-796, 1997.
- FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População protozoários ciliados e Degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.6, p.1853-1861, 2000.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. *Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures and some applications*. Washington: USDA/Agricultural Research Service, 1970.
- IBGE. *Confronto das safras de 2001 e das estimativas para 2002 – Brasil – Março de 2002*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 abr. 2006.
- MOREIRA, H. A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.9, n.108, p.14-16, dez. 1983.
- OLIVEIRA, J. S. *Cana + uréia na recria de bovinos*. Campinas: CATI, 1995. p.25-39. (Boletim Técnico Cati, 203).
- ORSKOV, E. R.; Mc DONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.92, n.1, p.499-503, 1979.
- PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F.; SILVA, P. A.; ÍTAVO, L. C. V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e/ou sulfeto de sódio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.4, p.1071-1077, 2004.
- PRESTON, T. R. The use of sugar cane and byproducts for livestock. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 1984. p.101-122.
- RAVELO, G.; GONZALEZ, F.; DEB HOVELL, F. D. The effect of fistula feeding sugar cane or wheat bran on the voluntary intake of sugar cane. *Tropical Animal Production*, Edinburgh, v.3, n.3, p.237-242, 1978.
- RIBEIRO, E. G.; ESTRADA, L. H. C.; FONTES, C. A. A.; AGUIAR, R. S.; ROCHA, L. V. Níveis de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de vacas de leite (consumo alimentar). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnoses, 2000. CD-ROM.



RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar de micro destilaria de álcool para ruminantes. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.22, n.2, p.212-221, 1993.

RUGGIER, A. C.; POSSENTI, R.; GUIM, A.; BRAUN, G.; LEME, P. R. Degradação “in situ” da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de alguns alimentos volumosos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nutrumi/Sbz454.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. *Users guide: statistics*. Cary: S.A.S. Institute, 2001.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; EUCLYDES, R. F.; VALADARES, R. F. D.; CASTRO, A. C. G. Degradabilidade “in situ” da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos em vacas em lactação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.19, n.6, p.512-522, 1990.

