

# Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros

Renato Shinkai Gentil<sup>1\*</sup>, Alexandre Vaz Pires<sup>2</sup>, Ivanete Susin<sup>2</sup>, Luiz Gustavo Nussio<sup>2</sup>, Clayton Quirino Mendes<sup>1</sup> e Gerson Barreto Mourão<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: gshinkai@bol.com.br

**RESUMO.** A ensilagem da cana-de-açúcar propicia benefícios logísticos à propriedade, contudo, as altas concentrações de etanol encontradas nas silagens pode reduzir o consumo voluntário, e conseqüentemente, afetar o desempenho animal. Foram utilizados 12 borregos Santa Inês (49±3 kg) distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados. As rações foram compostas por 50% de volumoso e 50% de concentrado na MS, sendo os quatro tratamentos experimentais: a) cana-de-açúcar *in natura* (CC), b) silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* (SAD), c) silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia (U1,0) e d) silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia (U1,5). O coeficiente de digestibilidade da FDN foi menor ( $p<0,05$ ) para CC quando comparada com as silagens de cana-de-açúcar (CC vs SAD e CC vs U1,0 e U1,5). A digestibilidade da PB foi maior ( $p<0,05$ ) para os animais alimentados com U1,0% comparado com aqueles alimentados com U1,5%. Com relação ao balanço de nitrogênio não foi observado diferença ( $p>0,05$ ) para as variáveis avaliadas. A ensilagem da cana-de-açúcar melhora a digestibilidade da FDN.

**Palavras-chave:** balanço de nitrogênio, *Lactobacillus buchneri*, uréia.

**ABSTRACT.** Apparent digestibility of diets containing sugar cane silage treated with chemical or microbial additives fed to lambs. Ensiling of sugar cane may contribute to improve operational efficiency at farm level. However, the high ethanol level found in sugar cane ensiled without additive may reduce voluntary feed intake and may affect animal performance. This experiment was performed to evaluate the effects of fresh sugar cane and sugar cane silage treated with microbial (*Lactobacillus buchneri*) or chemical (urea) additives on apparent digestibility of diets fed to lambs. Twelve Santa Inês lambs (49 ± 3 kg) were assigned to a complete randomized block design and fed a 50:50 (concentrate: roughage ratio) TMR. Experimental treatments were the roughage source: fresh sugar cane (FSC), sugar cane silage with *L. buchneri* (SCS + Lb), sugar cane silage with 1% urea (SCS1%) or sugar cane silage with 1.5% urea (SCS1.5%). NDF digestibility coefficient was lower ( $p<0.05$ ) for SCS compared to sugar cane silages (FSC vs SCS + Lb; FSC vs SCS1% and SCS1.5%). CP digestibility was higher ( $p<0.05$ ) for animals fed SCS1.0% compared with those fed SCS1.5%. There were no differences ( $p>0.05$ ) in nitrogen balance for all the comparisons evaluated. The sugar cane ensiled improve NDF digestibility.

**Key words:** nitrogen balance, *Lactobacillus buchneri*, urea.

## Introdução

A cana-de-açúcar é uma importante alternativa para suplementação do rebanho no período de escassez de forragens. Contudo, a dificuldade operacional torna-se a principal limitação da sua utilização em larga escala. A ensilagem da cana-de-açúcar pode ser uma alternativa, por concentrar a mão-de-obra em um determinado período e assim, melhora a logística da propriedade.

A elevada população epifítica de leveduras

combinada com a alta concentração de carboidratos solúveis propicia a ocorrência de fermentação alcoólica na ensilagem da cana-de-açúcar, ocasionando consideráveis perdas no valor nutricional e na ingestão da mesma (Preston *et al.*, 1976). A utilização de aditivos, neste processo, é uma ferramenta valiosa para diminuir as perdas no silo.

A inclusão de uréia na silagem de cana-de-açúcar diminui a população de fungos e leveduras e, ao mesmo tempo, contribui para elevar o teor de

nitrogênio não-protéico da forragem (Alli et al., 1983). A relação nitrogênio:energia disponível no rúmen tem grande importância no crescimento e desenvolvimento dos microrganismos. Segundo Russel et al. (1992) a digestão ruminal de um alimento rico em sacarose está estritamente relacionada à disponibilidade de nitrogênio no rúmen.

Diversos trabalhos têm demonstrado que silagens inoculadas com *Lactobacillus buchneri* apresentam maior concentração de ácido acético, maior estabilidade aeróbia e, como conseqüência, menor população de leveduras (Kleinschmit e Kung Jr., 2006; Mendes, 2006). Todavia, na ensilagem há consumo de carboidratos solúveis que são importantes fontes de energia para a microbiota ruminal.

Lucci et al. (2003) constataram digestibilidade da matéria seca inferior para silagem de cana-de-açúcar quando comparada com a forragem *in natura*. Entretanto, são encontrados poucos trabalhos na literatura que avaliam a cana-de-açúcar ensilada em relação a digestibilidade aparente *in vivo* dos nutrientes. Face a isto, conduziu-se o presente estudo objetivando-se avaliar a digestibilidade aparente no trato digestório total de cordeiros, recebendo rações com cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada e tratada com aditivos químicos ou microbianos.

## Material e métodos

O experimento foi realizado nas dependências do setor de ovinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Estado de São Paulo. Foram utilizados 12 borregos Santa Inês, com idade média de nove meses e peso médio de  $49 \pm 3$  kg. Os borregos foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados de acordo com a idade e o peso inicial com quatro repetições por tratamento. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metálicas para ensaios de metabolismo, com dimensões de 1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema para colheita de fezes e urina separadamente.

As rações foram compostas por 50% de volumoso e 50% de concentrado na MS, sendo os quatro tratamentos experimentais: a) cana-de-açúcar *in natura*; b) silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  ufc  $g^{-1}$  de MV); c) silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia e d) silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia, constituindo os tratamentos CC; SAD; U1,0 e

U1,5, respectivamente. A composição e os teores dos nutrientes das rações experimentais estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Composição das dietas experimentais.

**Table 1.** Composition of experimental diets.

Ingredientes (% da MS) Ingredients, (% DM)	Tratamentos <sup>1</sup> Treatments			
	CC	SAD	U1,0	U1,5
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> Fresh sugar cane	50	-	-	-
Silagens de cana-de-açúcar Sugar cane silage	-	50	50	50
Milho Corn grain	21,0	21,0	32,5	37,25
Farelo de Soja Soybean meal	26,5	26,5	15,0	10,25
Mistura Mineral <sup>2</sup> Mineral mixture	2,5	2,5	2,5	2,5

<sup>1</sup>Tratamentos: CC= Cana-de-açúcar *in natura*; SAD= silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  ufc  $g^{-1}$  MV); U1,0= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia; U1,5= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia. <sup>2</sup>Composição: Ca 22%; P 5,5%; Mg 3,5%; S 2,2%; Cl 10,55%; Na 7,0%; Mn 1500 mg  $kg^{-1}$ ; Fe 500 mg  $kg^{-1}$ ; Zn 1550 mg  $kg^{-1}$ ; Cu 440 mg  $kg^{-1}$ ; Co 50 mg  $kg^{-1}$ ; I 40 mg  $kg^{-1}$ ; Se 20 mg  $kg^{-1}$ .

<sup>3</sup>Treatments: CC= fresh sugar cane, SAD= sugar cane silage with *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  cfu  $g^{-1}$ ), U1,0= sugar cane silage with 1% urea, U1,5= sugar cane silage with 1.5% urea. <sup>4</sup>Composition: Ca 22%; P 5.5%; Mg 3.5%; S 2.2%; Cl 10.55%; Na 7.0%; Mn 1500 mg  $kg^{-1}$ ; Fe 500 mg  $kg^{-1}$ ; Zn 1550 mg  $kg^{-1}$ ; Cu 440 mg  $kg^{-1}$ ; Co 50 mg  $kg^{-1}$ ; I 40 mg  $kg^{-1}$ ; Se 20 mg  $kg^{-1}$ .

**Tabela 2.** Teores dos nutrientes das dietas experimentais.

**Table 2.** Nutrient concentrations of experimental diets.

Nutrientes Nutrients	Tratamentos <sup>1</sup> Treatments			
	CC	SAD	U1,0	U1,5
Matéria seca, % Dry matter	58,4	58,8	58,8	58,4
Proteína bruta, % da MS Crude protein, % DM	16,7	17,1	18,0	18,0
Matéria mineral, % da MS Mineral matter, % DM	4,1	4,1	4,4	5,0
Fibra em detergente neutro, % da MS Neutral detergent fiber, % DM	31,0	33,3	34,3	33,5

<sup>1</sup>Tratamentos: CC= Cana-de-açúcar *in natura*; SAD= silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  ufc  $g^{-1}$  MV); U1,0= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia; U1,5= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia.

<sup>2</sup>Treatments: CC= fresh sugar cane, SAD= sugar cane silage with *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  cfu  $g^{-1}$ ), U1,0= sugar cane silage with 1% urea, U1,5= sugar cane silage with 1.5% urea.

Para a produção da silagem foi utilizada a variedade industrial de cana-de-açúcar RB85-5536, a qual foi colhida mecanicamente com colhedora de forragem marca Mentamint<sup>®</sup>, tracionada por trator, regulada para corte com tamanho médio de partículas entre 5 a 10 mm. O ponto ideal de maturação para colheita da forragem foi determinado por meio da avaliação do BRIX, por refratômetro de campo, cujo valor médio determinado foi de 21,1%.

A forragem picada foi depositada sobre lona plástica e recebeu o inoculante microbiano *Lactobacillus buchneri* (cepa NCIMB 40788<sup>®</sup>), na dose de  $5 \times 10^4$  ufc  $g^{-1}$  MV de forragem, por meio de solução aquosa com a utilização de bomba de pulverização tipo costal manual. Depois de homogeneizada, a forragem foi acondicionada nos silos experimentais. A uréia foi aplicada, manualmente e a granel, em pequenas quantidades sobre a forragem, à medida que esta era carregada no silo.

Os silos experimentais consistiram de tambores

plásticos com capacidade de 200 litros, providos de tampas apropriadas para garantir a vedação. Antes de receber a forragem, os tambores receberam um saco plástico o qual foi preenchido com o material e vedado adequadamente. A forragem foi compactada com os pés, tomando-se como critério camadas de aproximadamente 5 a 10 cm de espessura, buscando-se atingir a maior quantidade possível de cana-de-açúcar picada em cada tambor. Após a acomodação final do material, um saco plástico foi amarrado e o tambor fechado para se evitar a entrada de ar. Em seguida, armazenaram-se os tambores em local protegido e mantidos sob temperatura ambiente.

Para o tratamento com cana-de-açúcar *in natura*, esta foi colhida manualmente, picada em picadora estacionária da marca Menta – Super 20T® e fornecida aos animais diariamente.

As sobras de alimentos de cada animal foram quantificadas diariamente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia. Foi adotado como critério uma sobra de aproximadamente 15% da oferta, garantindo o consumo *ad libitum* da ração. Os dados de consumo de MS por animal foram obtidos com a diferença entre a quantidade de alimento ofertado e o recusado. As sobras foram colhidas diariamente durante os quatro dias de colheita e armazenadas a temperatura de -10°C para posteriores análises.

O período experimental teve duração de 14 dias, sendo dez dias para adaptação dos animais às rações e instalações e quatro dias para colheita de amostras e de dados para avaliação do consumo. Durante os quatro dias de colheita foi recolhido e pesado o alimento oferecido e recusado pelos animais e as fezes produzidas em 24 horas. Destes, amostras compostas (10% de cada dia) foram separadas e em seguida, secadas em estufa de ventilação forçada (60°C) por 72 horas, de acordo com Goering e Van Soest (1970) e moídas em moinho tipo Wiley providos de peneira com crivo de 1 mm. Posteriormente, foram analisadas para matéria seca laboratorial (105°C) (Silva, 1981), matéria mineral e proteína bruta de acordo com a AOAC (1990) e FDN segundo Van Soest *et al.* (1991). A matéria orgânica das amostras foi calculada pela diferença entre a matéria seca e a matéria mineral. As amostras dos alimentos oferecidos e das sobras foram analisadas para determinação do nitrogênio, no Macro Kjeldahl, segundo AOAC (1990).

A avaliação do tamanho de partículas dos volumosos oferecidos foi realizada com base na estratificação das partículas pelo método "Penn State Particle Size" (Lammers *et al.*, 1996). Desta forma,

foram obtidos o material retido com diâmetro superior a 19 mm, entre 19 e 7,80 mm e inferior a 7,80 mm. O tamanho médio de partículas foi estimado via da ponderação da proporção de retenção do material em cada uma das peneiras.

Durante o período de colheita, a urina produzida diariamente foi colhida em recipiente apropriado contendo 30 mL de ácido clorídrico (HCl 6N). Durante o dia, o pH da urina foi medido para evitar que este atingisse valor superior à 3,0. Após a quantificação e homogeneização, a urina foi filtrada em gaze cirúrgica e uma amostra de 10% foi colhida e congelada a -10°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, compostas por animal e analisadas para determinação do nitrogênio no Macro Kjeldahl, segundo AOAC (1990).

O balanço de nitrogênio foi calculado por meio das fórmulas abaixo apresentadas:

Nitrogênio absorvido (g d<sup>-1</sup>) = N consumido – N fecal

Nitrogênio retido (g d<sup>-1</sup>) = N absorvido – N urinário

Balanço de N (% N absorvido) = (N retido/N absorvido) \*100

Balanço de N (% N ingerido) = (N retido/N ingerido) \*100

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS (1999). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS, e para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado a comparação de médias entre os tratamentos CC vs SAD e U1,0 vs U1,5, além do contraste CC vs U1,0 e U1,5, segundo o teste F de Snedecor para análise de variância.

## Resultados e discussão

Os valores de consumo e digestibilidade aparente total (DAT) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) para cada ração experimental estão apresentados na Tabela 3. Em todas as comparações avaliadas o consumo de MS, MO, FDN e PB foram semelhantes ( $p > 0,05$ ).

A ensilagem da cana-de-açúcar propicia uma redução do teor de carboidratos solúveis em relação à cana-de-açúcar fresca. Desta forma, seria esperado consumo de matéria seca inferior para os cordeiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar inoculada com a bactéria heterofermentativa. Entretanto, no presente estudo os valores observados foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos CC e SAD, mostrando que a silagem de cana-de-açúcar, quando corretamente suplementada, possibilita alcançar consumos de matéria seca

similares ao da cana-de-açúcar fresca.

**Tabela 3.** Digestibilidade aparente total (DAT) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) das rações experimentais.

**Table 3.** Apparent digestibility in the total tract (ADTT) of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and crude protein (CP) of the experimental diets.

Itens <sup>2</sup> Items	Tratamentos <sup>1</sup> Treatments				EPM <sup>2</sup> SEM	Contrastes (Pr>F) Contrasts			
	CC	SAD	U1,0	U1,5		CC x SAD	U1,0 x U1,5	CC x U1,0 c	U1,5 c
Matéria seca Dry matter									
Consumo, kg dia <sup>-1</sup> Intake, kg day <sup>-1</sup>	1,78	1,64	1,71	1,63	0,08				ns <sup>3</sup>
DAT, % ADTT, %	73,33	72,00	71,66	71,83	<0,01				ns <sup>3</sup>
Matéria orgânica Organic matter									
Consumo, kg dia <sup>-1</sup> Intake, kg day <sup>-1</sup>	1,70	1,57	1,64	1,54	0,08				ns <sup>3</sup>
DAT, % ADTT, %	75,16	74,33	73,67	72,83	<0,01				ns <sup>3</sup>
Fibra em detergente neutro									
Neutral detergent fiber									
Consumo, kg dia <sup>-1</sup> Intake, kg day <sup>-1</sup>	0,55	0,54	0,59	0,54	0,03				ns <sup>3</sup>
DAT, % ADTT, %	48,16	51,83	52,66	52,50	0,01	0,04	0,92		<0,01
Proteína bruta Crude protein									
Consumo, kg dia <sup>-1</sup> Intake, kg day <sup>-1</sup>	0,32	0,30	0,32	0,30	0,01				ns <sup>3</sup>
DAT, % ADTT, %	75,83	75,66	75,83	72,00	0,01	0,92	0,02	0,17	

<sup>1</sup>Tratamentos: CC= Cana-de-açúcar *in natura* picada; SAD= silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ( $5 \times 10^8$  ufc g<sup>-1</sup> MV); U1,0= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia; U1,5= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia; <sup>2</sup>Erro padrão da média; <sup>3</sup>Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup>Treatments: CC= fresh sugar cane, SAD= sugar cane silage with *L. buchneri* ( $5 \times 10^8$  cfu g<sup>-1</sup>), U1,0= sugar cane silage with 1% urea, U1,5= sugar cane silage with 1,5% urea; <sup>2</sup>Standard error of the mean; <sup>3</sup>Not significant at 5% of probability by F test.

O consumo de MS refletiu conseqüentemente no consumo de MO, FDN e PB, sendo que conforme pode ser verificado na Tabela 3, a matéria mineral, a FDN e a proteína bruta foram similares nas rações experimentais dos tratamentos CC e SAD, o que contribuiu para a obtenção dos resultados semelhantes ( $p>0,05$ ). Estes dados estão de acordo com os resultados observados por Mendes (2006), que em experimento semelhante também não constatou diferença ( $p>0,05$ ) no consumo destes nutrientes. Da mesma forma, Schmidt et al. (2003) não observaram alterações na ingestão e digestibilidade da MS das rações à base de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos (*L. buchneri*, *L. plantarum*, uréia e benzoato de sódio).

A inclusão da uréia na ensilagem da cana-de-açúcar, além do papel fungistático, propicia melhor padrão fermentativo, e em doses adequadas corrige o baixo teor de proteína bruta encontrada na cana-de-açúcar. Deste modo, a associação de uma fonte de nitrogênio prontamente disponível a uma ração balanceada energeticamente permite que os

microrganismos ruminais aumentem sua eficiência na digestibilidade da fibra, o que conseqüentemente, aumenta a capacidade do animal em consumir mais forragem (Coleman e Moore, 2003). Por outro lado, Huber e Cook (1972) relataram que, devido ao sabor da uréia e o odor da amônia volatilizada, pode-se observar redução de consumo em animais não adaptados adequadamente.

No presente trabalho não foi observada diferença ( $p>0,05$ ) no consumo de MS, MO, FDN e PB entre os tratamentos que continham uréia. Este resultado corrobora com Stacchini (1998), que ao avaliar a utilização de diferentes doses de uréia (1,0; 1,5; 2,0%), como fonte de nitrogênio não protetico para vacas leiteiras alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura*, verificou que a inclusão dessas doses na ração não apresentou efeito no consumo de MS, MO, PB e FDN. Por outro lado, Silva et al. (2001a), ao incluírem 0,7; 1,4; e 2,1% de uréia nas rações contendo silagem de milho para vacas em lactação, observaram redução linear no consumo nas variáveis mencionadas acima.

Assim como as demais comparações, o contraste entre CC vs U1,0 e U1,5 também não apresentou diferença em relação aos itens de consumo dos nutrientes. Da mesma forma, Junqueira (2006), ao avaliar os mesmos tratamentos no desempenho de novilhas da raça holandesa e mestiças, verificou valores semelhantes ( $p>0,05$ ) no CMS.

Lopes (2006) avaliou silagens de cana-de-açúcar com 1,5% de uréia, uréia + fubá, uréia + rapa de mandioca e amiréia para estimativas de consumo, de digestibilidade aparente e de balanço de nitrogênio em ovelhas, constatando que o consumo de MS, MO e FDN ( $\text{g kg}^{-0,75}$ ) não foram influenciados ( $p>0,05$ ) pelos tratamentos, entretanto, o consumo de proteína bruta em  $\text{g kg}^{-0,75}$  foi menor no tratamento controle (sem aditivo), em virtude do baixo teor de PB da forragem (4,88%). Por outro lado, ao ensilarem cana-de-açúcar com uréia acrescida de rolão-de-milho, Andrade et al. (2001) constataram aumento linear na ingestão de MS e de FDN ( $\text{g kg}^{-0,75}$ ) com a elevação dos teores de rolão-de-milho.

Na literatura são encontrados poucos experimentos que avaliam a digestibilidade aparente *in vivo* de rações contendo silagens de cana-de-açúcar. Grande parte dos trabalhos está relacionada à digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

Siqueira (2005) determinou a digestibilidade da MS das silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri* ou aditivadas com 1,5% de uréia, após cinco dias de abertura do silo e observou valores de 48,4 e 37,7%, respectivamente. Contudo, em

trabalho semelhante, Junqueira (2006) observou resultados inferiores, sendo encontradas DIVMS de 32,5 e 31,5%, para os tratamentos com silagem de cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri* ou aditivada com 1,5% de uréia, respectivamente.

Lucci *et al.* (2003), ao utilizarem cordeiros da raça Suffolk, verificaram que os animais alimentados com cana-de-açúcar fresca apresentaram maior coeficiente de digestibilidade (62,6%) quando comparados aos que receberam silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (54,1%), levando-os a concluir que a cana-de-açúcar fresca revelou-se um alimento de maior valor nutritivo do que quando ensilada sem aditivo.

As comparações entre os tratamentos CC e SAD na digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e PB (Tabela 3) não foram significativas ( $p > 0,05$ ). Estes dados assemelham-se aos resultados obtidos por Mendes (2006) que não verificou diferença ( $p > 0,05$ ) na digestibilidade da MS, MO e FDN para os mesmos tratamentos avaliados no presente estudo. Devido à maior ( $p > 0,05$ ) concentração de carboidratos solúveis (Tabela 4) seria esperado maiores coeficientes de digestibilidade no tratamento com cana-de-açúcar *in natura*. No entanto, o menor ( $p > 0,05$ ) tamanho de partícula (Tabela 4) observado neste tratamento sugere um aumento da taxa de passagem com menor tempo disponível para a ação dos microrganismos. Este fato pode ter influenciado no resultado encontrado nesta comparação. Adicionalmente, de acordo com McAllister *et al.* (1998), forragens inoculadas com microrganismos podem alterar o consumo e/ou a susceptibilidade da digestão da fibra no rúmen, com conseqüente aumento da digestibilidade.

**Tabela 4.** Tamanho das partículas (%) e concentração de carboidratos solúveis das dietas experimentais.

**Table 4.** Particle size (%) and water-soluble carbohydrates of experimental diets.

Volumosos <i>Roughages</i>	Tratamentos <sup>1</sup> <i>Treatments</i>			
	CC	SAD	U1,0	U1,5
Tamanho das partículas <i>Particle size</i>				
Superior, > 19 mm <i>Upper</i>	8,0	12,0	9,0	8,0
Média, 8 mm – 19 mm <i>Middle</i>	36,0	56,0	62,0	56,0
Inferior, <8 mm <i>Inferior</i>	56,0	32,0	29,0	36,0
Carboidratos solúveis <i>Water soluble carbohydrates</i>	22,90	7,54	11,68	8,98

<sup>1</sup>Tratamentos: CC= Cana-de-açúcar *in natura*, SAD= silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  ufc  $g^{-1}$  MV), U1,0= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia, U1,5= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia.

<sup>2</sup>Treatments: CC= fresh sugar cane, SAD= sugar cane silage with *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  cfu  $g^{-1}$ ), U1,0= sugar cane silage with 1% urea, U1,5= sugar cane silage with 1.5% urea.

O coeficiente de digestibilidade da FDN foi menor ( $p < 0,05$ ) no tratamento CC em relação à SAD. Duas hipóteses corroboram com o resultado observado. Han *et al.* (1983) sugerem que a baixa

digestibilidade da cana-de-açúcar *in natura* está relacionada ao complexo lignina-celulose e a cristalinidade desta celulose que dificulta a digestão da FDN. Os autores também relatam que tratamentos químicos, físicos ou biológicos podem ocasionar: melhora na digestibilidade, e neste contexto, a ensilagem com ou sem aditivos pode contribuir para o melhor aproveitamento da forragem. Adicionalmente, segundo Nussio *et al.* (2006), os carboidratos solúveis podem dificultar a digestão da celulose, uma vez que as bactérias do rúmen dão preferência aos açúcares do que à fibra.

A uréia adicionada na forragem durante a ensilagem é convertida em amônia, esta, de acordo com Bolsen *et al.* (2000), causa ruptura de algumas ligações ésteres entre os carboidratos hemicelulose e celulose e a lignina, o que pode elevar a digestibilidade do material ensilado. Aliado a este fato, a inclusão de NNP em materiais ricos em açúcares solúveis, como a cana-de-açúcar, propicia um melhor desenvolvimento dos microrganismos ruminais, favorecendo o aumento do aproveitamento das fibras e, conseqüente elevação da digestibilidade da forragem.

Lopes (2006), ao avaliar o efeito do uso de uréia, uréia + fubá, uréia + raspa de mandioca e amiréia na ensilagem da cana-de-açúcar, verificou respostas similares para os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e PB. A digestibilidade média da matéria seca foi baixa (46,12%), o que segundo o autor, pode ter sido decorrente do elevado teor de lignina apresentado pela cana-de-açúcar usada no experimento.

Os coeficientes da digestibilidade aparente da MS, MO e FDN não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre U1,0 e U1,5, o que pode ser atribuído aos teores similares de MS, MM e FDN das respectivas rações. Resposta semelhante na digestão da MS foi encontrada por Lucci *et al.* (2003), os quais não observaram efeito da inclusão de 0,5 e 1,0% de uréia. Contudo, a digestibilidade da FDN aumentou de forma linear à medida que adicionaram maiores doses de uréia nas rações.

Pelo contraste entre CC e as silagens tratadas com uréia foi observado menor ( $p < 0,05$ ) coeficiente de digestibilidade da FDN nos cordeiros alimentados com cana-de-açúcar *in natura*, o que pode ser explicado devido ao fato de que a inclusão de NNP propicia um melhor desenvolvimento dos microrganismos ruminais, favorecendo desta forma, aumento do aproveitamento da fibra. Neste caso, além das hipóteses propostas por Han *et al.* (1983) e Nussio *et al.* (2006), pode-se acrescentar o fato de que a adição de uréia em forragens pode causar ruptura de algumas ligações ésteres entre os

carboidratos estruturais, elevando a digestibilidade do material ensilado (Bolsen et al., 2000).

Neste experimento a silagem aditivada com 1,0% de uréia apresentou maior ( $p < 0,05$ ) coeficiente de digestão da proteína bruta. No entanto, estudo conduzido por Lucci et al. (2003) verificou que, com o aumento das doses de uréia, houve incremento da digestibilidade deste nutriente. É pertinente ressaltar que a maior dose utilizada no experimento foi 1,0%. Portanto, sugere-se que esta dose de uréia na ensilagem da cana-de-açúcar é o suficiente para melhorar a eficiência da digestão da proteína bruta. Segundo Shingfield et al. (2001), elevadas concentrações de nitrogênio podem levar a diminuição da utilização da proteína pela microbiota ruminal, o que segundo Baker et al. (1995), seria decorrente da falta de sincronização das taxas de degradação ruminal de fontes de N e energia.

O balanço de nitrogênio é uma importante ferramenta para diagnosticar a eficiência de utilização do N pelos ruminantes e suas perdas no ambiente. Os resultados referentes ao aproveitamento do nitrogênio das rações experimentais estão expostos na Tabela 5.

**Tabela 5.** Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

*Table 5. Nitrogen balance in lambs fed with experimental diets.*

Itens Items	Tratamentos <sup>1</sup> Treatments				EPM <sup>2</sup> SEM	Contrastes (Pr>F) Contrasts		
	CC	SAD	U1,0	U1,5		CC x SAD	U1,0 x U1,5	CC x U1,0 e U1,5
N ingerido, g dia <sup>-1</sup> Intake N, g day <sup>-1</sup>	51,19	48,53	50,69	47,02	2,42	ns <sup>3</sup>		
N fecal, g dia <sup>-1</sup> Fecal N, g day <sup>-1</sup>	12,44	11,75	12,24	13,06	2,84	ns <sup>3</sup>		
N absorvido, g dia <sup>-1</sup> Absorbed N, g day <sup>-1</sup>	38,75	36,78	38,45	33,96	1,93	ns <sup>3</sup>		
N urinário, g dia <sup>-1</sup> Urinary N, g day <sup>-1</sup>	15,46	18,09	15,30	12,71	9,18	ns <sup>3</sup>		
N retido, g dia <sup>-1</sup> Retained N, g day <sup>-1</sup>	23,29	18,67	23,15	21,25	1,73	ns <sup>3</sup>		
N retido/ N ingerido, % Retained N/ Ingested N	45,97	38,89	45,75	45,23	3,89	ns <sup>3</sup>		
N retido/ N absorvido, % Retained N/ Absorbed N	60,51	50,72	60,24	62,92	4,94	ns <sup>3</sup>		

<sup>1</sup>Tratamentos: CC= Cana-de-açúcar *in natura* picada; SAD= silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  ufc g<sup>-1</sup> MV); U1,0= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,0% de uréia; U1,5= silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia; <sup>2</sup>Erro padrão da média; <sup>3</sup>Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup>Treatments: CC= fresh sugar cane, SAD= sugar cane silage with *L. buchneri* ( $5 \times 10^4$  cfu g<sup>-1</sup>), U1,0= sugar cane silage with 1% urea, U1,5= sugar cane silage with 1.5% urea. <sup>2</sup>Standard error of the mean. <sup>3</sup>Not significant at 5% of probability by F test.

Não foi encontrada diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos CC e SAD. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que os teores de proteína bruta foram semelhantes entre as rações e a fonte protéica (farelo de soja) utilizada foi idêntica para ambas (Tabela 2). Mendes (2006) verificou que os animais que receberam ração contendo a silagem de cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri* tiveram

menores quantidades de N retido (g dia<sup>-1</sup>), em relação ao tratamento com cana-de-açúcar *in natura* e a silagem de cana-de-açúcar pura, o que levou o autor a supor que a presença do inoculante microbiano pode interferir na retenção de N.

Susmel et al. (1995) sugerem que dietas com excesso de NNP podem levar à redução da eficiência de utilização do nitrogênio, com aumento da quantidade de N eliminado pela urina. Segundo Shingfield et al. (2001), o aumento da proporção de N na dieta acarreta a uma sistemática mudança na proporção de N excretado das fezes para urina.

Em experimento com adição de diferentes aditivos (uréia, uréia+fubá, uréia+raspa de mandioca e amiréia) na silagem de cana-de-açúcar, Lopes (2006) verificou que a inclusão de uréia ou amiréia na forragem propiciou aumento da ingestão de N, em relação à silagem sem aditivo. Estes resultados não interferiram na quantidade de N retido (g dia<sup>-1</sup>), uma vez que os valores não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

Observa-se na Tabela 5 que entre os tratamentos U1,0 e U1,5 não foi constatada diferença ( $p > 0,05$ ) em relação aos itens avaliados na determinação do balanço de nitrogênio. Todavia, esperava-se que a quantidade de N retido (g dia<sup>-1</sup>) fosse maior no tratamento U1,0, já que a digestibilidade da PB (Tabela 4) também foi maior. Da mesma forma, Silva et al. (2001b), ao avaliarem a suplementação com uréia nas doses de 0,7; 1,4 e 2,1%, na silagem de milho, não encontraram efeito na quantidade de uréia excretada via urina de vacas mestiças.

Apesar dos tratamentos U1,0 e U1,5 conterem uréia, este fato não influenciou ( $p > 0,05$ ) no balanço de nitrogênio do contraste CC vs U1,0 e U1,5, sugerindo que a retenção do N proveniente da uréia foi semelhante ao do N proveniente do farelo de soja.

Os valores positivos de N retido observados no presente experimento, indicam que houve tendência de menores perdas de proteína endógena. Este fato sugere que os microrganismos ruminais aproveitaram eficientemente a fração nitrogenada fornecida pela uréia.

## Conclusão

O processo de ensilagem com aditivos é eficiente em manter o valor nutritivo da cana-de-açúcar, não alterando o balanço de nitrogênio, além de proporcionar aumento da digestibilidade da FDN.

## Referências

ALLI, I. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Tokio, v. 9, p. 291-299, 1983.

- ANDRADE, J.B. *et al.* Valor nutritivo de cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio e acrescida de rolão-de-milho. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1265-1268, 2001.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 15. ed. Arlington, 1990.
- BAKER, L.D. *et al.* Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 78, n. 11, p. 2424-2434, 1995.
- BOLSEN, K.K. *et al.* Biotechnology in the feed industry: evolution of silage and silage inoculants. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 16., 2000, Nottingham. *Proceedings...* Nottingham: Nottingham University Press, 2000.
- COLEMAN, S.W.; MOORE, J.E. Feed quality and animal performance. *Field Crops Res.*, Amsterdam, v. 84, n. 1-2, p. 17-29, 2003.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Washington, D.C.: Agricultural Research Service, 1970.
- HAN, Y.W. *et al.* Chemical and physical properties of sugarcane bagasse irradiated with  $\gamma$  rays. *J. Agric. Food Chem.*, Easton, v. 31, n. 1, p. 34-38, 1983.
- HUBER, J.T.; COOK, R.M. Influence of site of administration of urea on voluntary intake of concentrate by lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 55, n. 10, p. 1470-1473, 1972.
- JUNQUEIRA, M.C. *Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG, Jr. L. A meta-analysis of the effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass small-grain silages. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 89, n. 10, p. 4005-4013, 2006.
- LAMMERS, B.P. *et al.* A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 79, p. 922-928, 1996.
- LOPES, J. *Qualidade da silagem de cana-de-açúcar elaborada com diferentes aditivos*. 2006. Dissertação (Mestrado em Forragicultura e Pastagens)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- LUCCHI, C.S. *et al.* Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) in natura ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. Digestibilidade aparente. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v. 60, n. 1, p. 47-53, 2003.
- McALLISTER, T.A. *et al.* Inoculants for alfalfa silage: effects on anaerobic stability, digestibility and the growth performance of feedlot steers. *Liv. Prod. Sci.*, Amsterdam, v. 53, n. 2, p. 171-181, 1998.
- MENDES, C.Q. *Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- NUSSIO, L.G. *et al.* Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T. *et al.* (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 182-228.
- PRESTON, T. R. *et al.* Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. *Trop. Anim. Prod.*, Santo Domingo, v. 1, p. 120-126, 1976.
- RUSSEL, F.B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, Albany, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.
- SCHMIDT, P. *et al.* Consumo e digestibilidade de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com aditivos químicos e microbianos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-Rom.
- SHINGFIELD, K.L. *et al.* Effects of level of nitrogen fertilizer application and various nitrogenous supplements on milk production and nitrogen utilization of dairy cows given grass silage-based diets. *Anim. Sci.*, Penicuik, v. 73, p. 541-554, 2001.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- SILVA, R.M.N. *et al.* Uréia para vacas em lactação: 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001a.
- SILVA, R.M.N. *et al.* Uréia para vacas em lactação: 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1648-1657, 2001b.
- SIQUEIRA, G.R. *Cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.) ensilada com aditivos químicos e microbianos*. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2005.
- STACCHINI, P.F. *Efeito dos teores de uréia e do farelo de soja sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar*. 1998. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- SAS-Statistical Analysis System. *User's guide: statistic*. 6. ed. Cary, 1999.
- SUSMEL, P. *et al.* Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. *Liv. Prod. Sci.*, Amsterdam, v. 44, n. 3, p. 207-219, 1995.
- VAN SOEST, P.J. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

Received on November 29, 2006.

Accepted on February 26, 2007.