

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

BRUNO DIAS DOS SANTOS

**DIGESTIBILIDADE *IN SITU* DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)
ENSILADA HIDROLISADA OU NÃO COM CAL VIRGEM MICROPROCESSADA**

**Uberlândia – MG
Novembro – 2009**

BRUNO DIAS DOS SANTOS

**DIGESTIBILIDADE *IN SITU* DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)
ENSILADA HIDROLISADA OU NÃO COM CAL VIRGEM MICROPROCESSADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Edmundo Benedetti

**Uberlândia – MG
Novembro – 2009**

BRUNO DIAS DOS SANTOS

**DIGESTIBILIDADE *IN SITU* DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)
ENSILADA HIDROLISADA OU NÃO COM CAL VIRGEM MICROPROCESSADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para o

Aprovado pela Banca Examinadora em 10 de novembro de 2009

Prof. Daniel Rezende de Carvalho
Membro da Banca

Eng. Agr. Enio Márcio Bonaccorsi Jr
Membro da Banca

Prof. Dr. Edmundo Benedetti
Orientador

RESUMO

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Glória-UFU e no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (Famev-UFU). O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradabilidade “in situ” da cana-de-açúcar hidrolisada ou não com cal virgem microprocessada. Foram estudados quatro níveis de cal virgem (0, 1, 1,5 e 2%) e diferentes períodos de incubação (0, 6, 24 e 96 horas). Para a determinação da degradabilidade “in situ” foi utilizada uma vaca mestiça euro-zebu com fístula ruminal e cânula de borracha flexível de 14 cm de diâmetro e sacos de náilon com malha de 50 *mu* que eram introduzidos no rúmen e incubados durante diferentes períodos avaliados. Os parâmetros avaliados foram a digestibilidade “in situ” da matéria seca (DISMS) e da fibra em detergente neutro (DISFDN). A adição de cal virgem microprocessada aumentou os coeficientes da DISMS e DISFDN em todos os tratamentos, sendo que a utilização de cal a 2% apresentou melhores resultados. Os coeficientes de DISMS e DISFDN na cana ensilada hidrolisada com 2% de cal atingiu coeficientes de 65,39% e 38,57% respectivamente, contra 60,12% e 35,42% na cana ensilada sem hidrólise. A hidrólise da cana-de-açúcar ensilada hidrolisada utilizando 2% de cal virgem microprocessada pode ser recomendada na alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, hidrólise, ensilagem, digestibilidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	05
2	REVISÃO DE LITERATURA	07
	2.1 Características e constituição química	07
	2.2 Alterações provocadas pelo tratamento químico	07
	2.3 Utilização da cana-de-açúcar na forma de silagem	09
	2.4 Métodos de avaliação de alimentos para ruminantes	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5	CONCLUSÃO	17
	REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) do mundo. A área cultivada na safra 2008 ultrapassou 7 milhões de hectares, alcançando uma produção de 571 milhões de toneladas com uma média de produtividade de cerca de 81 toneladas.ha⁻¹. A região sudeste lidera o ranking de produção, tendo o estado de São Paulo como maior produtor nacional, com produção de 343 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2009). Com um constante crescimento do plantio e produção, esta forrageira tem sido amplamente utilizada pelos pecuaristas brasileiros. Isso, possivelmente, devido a inúmeras vantagens que a cana-de-açúcar oferece, podendo ser citada a grande produção por área, resistência às perdas, baixo custo de produção e coincidência da colheita com o período de escassez de alimentos.

Silva (1993) apresentou outras vantagens proporcionadas pela cultura como a boa aceitação pelos animais, relativa simplicidade no estabelecimento e manejo da cultura e manutenção do valor nutritivo durante o período de até seis meses após a maturação.

Entretanto, podem ser apresentados alguns pontos negativos que dificultam sua utilização como volumoso, tais como a dificuldade do corte diário e o consumo inferior dessa quando comparada ao consumo de outras forrageiras fornecidas no cocho, como as silagens. Essas limitações podem ser contornadas pela ensilagem do material, diminuindo o trabalho e os deslocamentos diários na propriedade por ocasião da colheita diária. Além disso, o processo de ensilagem preservaria as condições da cana-de-açúcar em propriedades que enfrentam problemas diários na colheita ou incêndios acidentais nas glebas.

A concentração do processo de corte da cana para a ensilagem em uma determinada época do ano poderia reduzir os custos de mão-de-obra, facilitar o manejo na fazenda e maximizar a utilização do maquinário (BALSALOBRE et al., 1999).

Tal volumoso ainda apresenta características que limitam sua utilização como alimento para animais, tais como baixo teor de proteína bruta e constituintes da sua parede celular, com alto teor de fibra de lenta degradação ruminal e elevado teor de fibra não-degradável, de acordo com Oliveira (1999) e Thiago e Vieira (2002).

Recentemente, tem sido utilizada a cal microprocessada (CaO) no tratamento da cana-de-açúcar com o intuito de melhorar a qualidade nutritiva desse volumoso, ampliar sua conservação, evitar a necessidade de cortes diários e melhorar a digestibilidade da sua porção fibrosa, de modo a aumentar o consumo por parte dos animais (SILVA et al., 2005).

Além dos carboidratos não estruturais, a fração fibrosa da cana-de-açúcar representa uma fonte potencial de energia para ruminantes. Entretanto, seu uso é limitado devido à estrutura da parede celular, que limita a digestão microbiana no rúmen. Para alimentos que apresentam baixa taxa de digestão da fração fibrosa, a utilização de aditivos químicos constitui-se numa alternativa para elevar o valor nutritivo. Dentre as substâncias mais utilizadas para esse objetivo, estão os hidróxidos de sódio, potássio e amônia (REIS et al. 1994).

Ainda, segundo Reis, as rochas moídas, misturas de calcita e dolomita utilizadas na agricultura para a correção de solos ácidos, possuem, em sua composição, carbonatos de cálcio (CaCO_3) e de magnésio (MgCO_3) que são pouco solúveis em água. Podem ainda conter impurezas como matéria orgânica, silicatos, fosfatos, sulfetos, sulfatos e óxidos. Já o processo de calcinação (aquecimento) dessas rochas tem como produto final o óxido de cálcio (CaO), também conhecido como cal virgem. O processamento das rochas calcárias para a geração de compostos mais reativos traz, como benefício adicional, a obtenção de produtos livres de elementos tóxicos. Dessa forma, esses produtos podem ser utilizados como aditivos na produção animal sem ocasionar risco de intoxicação alimentar.

A ação hidrolítica desses agentes sobre componentes da parede celular resulta em um alimento com menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) e com maior digestibilidade da matéria seca (DMS). Dessa forma, o uso dessa técnica poderia proporcionar ganhos adicionais em termos de valor nutritivo da cana-de-açúcar, possibilitando maior consumo e desempenho animal.

Com este trabalho objetivou-se determinar a digestibilidade “in situ” da cana-de-açúcar ensilada hidrolisada ou não.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características e constituição química

A cana-de-açúcar possui um comportamento fisiológico diferente das outras gramíneas tropicais, pois sua digestibilidade total aumenta com a maturidade da planta (MENDES NETO et al., 1998).

Como opção de volumoso, apresenta grande quantidade de carboidratos solúveis, que são rapidamente fermentados no rúmen. Porém, a fibra que também constitui porção considerável, apresenta baixa digestibilidade ruminal que frequentemente é atribuída ao baixo teor de proteína do alimento (CARMO et al., 2001).

Dentre os fatores que influenciam a digestão da celulose estão a presença de pelo menos 1% de nitrogênio na dieta, por serem compostos nitrogenados indispensáveis aos microorganismos (SILVA; LEÃO, 1979)

A celulose e a hemicelulose estão aglutinados em um arranjo sistemático incrustado por lignina. Apesar de algumas enzimas microbianas presentes no rúmen terem a capacidade de hidrolisar celulose, há dificuldade de acesso aos pontos em que é possível a ruptura. (ZEOULA et al., 1995)

2.2 Alterações provocadas pelo tratamento químico

Os agentes alcalinizantes como o óxido de cálcio (CaO) são utilizados para melhorar os coeficientes de digestibilidade dessas e de outras forrageiras. Eles atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, aumentando a digestão da hemicelulose (CAVALI et al., 2006).

De acordo com Klopfenstein (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da fibra. Geralmente, é recomendada a utilização da soda cáustica como agente hidrolisante, de 3% a 5% da matéria seca, tanto para o bagaço como para a cana *in natura* (PIRES et al., 2006).

Entretanto, muito cuidado deve ser tomado por ocasião da manipulação da soda, por se tratar de material cáustico e corrosivo, o qual, se não for utilizado com medidas especiais de segurança, poderá causar sérias queimaduras na pele e/ou complicações respiratórias. Em virtude disso, aponta-se como possibilidade a utilização do óxido de cálcio ou a cal virgem (CaO) processada e moída e o hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) como agentes oxidantes.

O consumo e a eficiência da utilização dos nutrientes, principalmente da energia, variam entre os animais e, diante disso, é mais fácil o estabelecimento de valores alimentares para a digestibilidade. A digestibilidade tem sido utilizada como variável da qualidade, indicando a proporção do alimento que está apta a ser utilizada pelo animal (VAN SOEST, 1994).

Santos (2007), trabalhando com doses crescentes de cal virgem em cana-de-açúcar tratada em montes, observou que a utilização do aditivo apresentou efeito benéfico para as variáveis de estabilidade aeróbica, reduzindo o aquecimento da massa, as perdas de matéria seca e os picos de temperatura. Na avaliação do valor nutritivo, o tratamento com cal virgem aplicada à cana picada e armazenada em montes apresentou pouco efeito sobre as variáveis químico-bromatológicas. Apenas no período imediatamente após a adição do aditivo foi constatada solubilização parcial da hemicelulose e manutenção das frações de FDN (fibra em detergente neutro) e FDA (fibra em detergente ácido).

Ainda, segundo esse autor, para os demais tempos de exposição aeróbica, a adição de cal virgem não promoveu melhoria do valor nutritivo da forragem tratada. Nesses mesmos tempos de avaliação, o desempenho superior observado para os tratamentos contendo o aditivo deve-se, predominantemente, à maior instabilidade apresentada pelo tratamento controle.

A digestibilidade da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar aumenta de 35% para 60% com a aplicação de 100 litros de uma solução de cal a 3% para cada 125 kg de bagaço, após 48 horas de fermentação, fato observado com caprinos e ovinos (SILVA et al., 2005).

Ainda, de acordo com os autores, ultimamente a pesquisa tem divulgada utilização de cal microprocessada (CaO) no tratamento da cana-de-açúcar com o intuito de manter a qualidade nutritiva deste volumoso por alguns dias e melhorar a digestibilidade da sua porção fibrosa de modo a aumentar o consumo por parte dos animais.

Resultados positivos têm sido apresentados com relação à melhoria da estabilidade aeróbica no pós abertura de silagens de cana tratadas com cal, como também sobre o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis (BALIEIRO et al., 2005).

2.3 Utilização da cana-de-açúcar na forma de silagem

A alta produtividade da cana e a coincidência do seu ponto de amadurecimento (maiores teores de açúcar na MS) com a época de menor produtividade das pastagens fazem com que a cana-de-açúcar seja uma boa opção de forragem *in natura* para uso na seca. Entretanto, fatores como excesso de produção ou disponibilidade de mão-de-obra e máquinas para seu corte diário, podem favorecer a decisão pela sua ensilagem, apesar da menor digestibilidade e consumo apresentado por esta prática (THIAGO et al., 2002).

Assim devem-se ter cuidados especiais no processo de ensilagem, pois Amaral Neto et al. (1998) observaram que o tamanho das partículas influenciaram diretamente sobre os teores médios de proteína bruta das silagens de cana-de-açúcar, sendo que o tamanho de partícula maior (colmos de 1 a 3 cm e folhas de 10 a 20 cm) proporcionou maior teor proteico.

Bernardes et al. (2002) constataram que ocorre produção excessiva de etanol, redução da matéria seca e aumento dos constituintes da parede celular na cana ensilada. Com base nisso, eles concluíram que há redução no valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada, assim como presença de grande teor de etanol, redução do consumo e, conseqüentemente, no desempenho dos animais alimentados com silagem de cana. Essas perdas estão associadas ao alto teor de carboidratos solúveis e à grande população de leveduras que promovem fermentação alcoólica e alta produção de CO₂.

Assim, diferentemente das culturas de milho e sorgo, para ensilagem de cana-de-açúcar, é necessário algum aditivo químico ou bacteriano que favoreçam a fermentação, com o objetivo de reduzir as perdas totais e melhorar o valor nutritivo da silagem obtida. O óxido de cálcio (cal virgem micropulverizada) pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis por inibir o desenvolvimento de leveduras, que atuam sobre a massa ensilada, amenizando a perda de valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo (BALIEIRO et al., 2007).

2.4 Métodos de avaliação de alimentos para ruminantes

Como forma de avaliação de alimentos para ruminantes, a técnica do saco de náilon tem se apresentado como uma alternativa, principalmente em função de sua simplicidade e economicidade. Conhecida por “degradabilidade *in situ*”, tem sido adotada pelo Agricultural and Food Research Council - AFRC (1992) como metodologia padrão para caracterização da degradabilidade ruminal do nitrogênio, pelo fato de fornecer as melhores comparações com os resultados *in vivo*.

Embora a técnica tenha sido mais amplamente empregada para estudos de degradabilidade de proteína, a dinâmica ruminal de outros nutrientes pode também ser avaliada (ORSKOV; MCDONALD, 1979). Ela tem sido sujeita às críticas com relação a muitos fatores que influenciam a digestão, como por exemplo, tamanho da partícula, tamanho do poro do saco e quantidade de amostra (NOCEK, 1997).

A técnica *in situ* tem sido comparada com diversos outros métodos de determinação do valor nutritivo dos alimentos. Madsen e Hvelplund (1985) compararam a degradabilidade da proteína *in vivo* e “*in vitro*” e a solubilidade em tampão e em sacos de náilon. Eles concluíram que o método com relação mais estreita com o *in vivo* foi o dos sacos de náilon. A correlação mais próxima entre as degradabilidades *in vivo* e “*in situ*” para vacas que consumiam cerca de 14kg de MS por dia foi obtida a uma taxa de passagem de 0,08/hora. Esses autores encontraram correlação linear ($R^2 = 0,97$) entre o conteúdo de N na MS e a degradabilidade da proteína para gramíneas e silagem de gramíneas.

Segundo Teixeira (1997), a técnica de sacos de náilon é considerada ideal para simular o ambiente ruminal dentro de determinado regime alimentar específico, apesar de o alimento não sofrer os efeitos de mastigação, da ruminação e do escape ruminal.

Ainda segundo Van Soest (1994), o método de determinação da qualidade das forragens é baseado na separação das diversas frações constituintes das forragens, por meio de reagentes específicos, denominados detergentes neutros. Assim, por meio do detergente neutro é possível separar o conteúdo celular (parte da forrageira solúvel no detergente neutro) constituído, principalmente, de proteínas, gorduras, carboidratos solúveis em água, da parede celular (parte da forrageira insolúvel em detergente neutro), também chamado FDN que é constituído basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteínas lignificadas. Esse

método, segundo o mesmo autor, apresenta ainda vantagens em relação a outros em virtude de sua maior precisão, além de fornecer informações sobre importantes componentes: fibra em detergente ácido, celulose, lignina, cinza, sílica, etc.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Glória - UFU e no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (Famev/UFU), na região do Triângulo Mineiro.

A cana-de-açúcar utilizada foi a de variedade IAC 86-2480, proveniente de um canavial da área rural de Uberlândia, Minas Gerais. A cana possuía 12 meses de idade, sendo proveniente do segundo corte do canavial. Ela foi cortada manualmente e levada até um galpão coberto, localizado na Fazenda Experimental do Glória. Lá, foi picada em picadeira estacionária em partículas de 2 a 3 cm e, em seguida, foram feitos cinco montes de aproximadamente 30 kg cada um e cobertos com lona plástica preta.

Nestes, foi feita a hidrólise com as seguintes dosagens de cal virgem moída: 0, 1, 1,5 e 2% da matéria verde com 3 repetições para cada tratamento. A cana, após a adição da cal ou não (tratamento padrão), foi acondicionada em silos de laboratório. Esses silos consistiam de canos de PVC com capacidade para aproximadamente 3 kg de cana.

Os silos eram dotados de uma válvula de escape de gases localizada na tampa contendo um caninho de borracha. Após acondicionamento nos silos, a massa era uniformemente compactada, visando à eliminação máxima de todo o oxigênio. Os silos foram então vedados com fita crepe e devidamente identificados conforme os tratamentos. Foram feitas três repetições para cada tratamento, totalizando doze silos.

Os silos ficaram armazenados em um galpão coberto na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia e protegidos das intempéries do meio. Após trinta dias de fermentação, os silos foram abertos e de cada um foram colhidas duas amostras de aproximadamente 1 kg de peso. Desprezaram-se aproximadamente 10 cm da primeira camada da silagem a fim de evitar erros nas análises. Posteriormente, as amostras foram utilizadas para o cálculo da digestibilidade “in situ”.

Para tal, utilizou-se uma vaca mestiça euro-zebu, com idade média de 6 anos e peso aproximado de 450 kg no início da fase experimental. O animal possuía fístula ruminal e cânula de borracha flexível de 14 cm de diâmetro. A dieta era constituída de 20 kg de cana-de-açúcar “in natura” + 3 kg de concentrado (mistura de sorgo, 40% + farelo de soja, 15% + Promill 21, 15% + torta de algodão, 29% + suplemento mineral, 1%). As refeições eram

divididas em duas partes iguais e fornecidas às 7 e às 17 horas. A suplementação mineral e água foram oferecidas à vontade, em cochos separados. Adotou-se um período de 15 dias para adaptação à nova dieta antes do início da fase experimental.

A degradação “in situ” foi determinada em sacos de náilon com malha de 50 *mu*. As bolsas continham cinco gramas de cana moída em peneiras de 1,0mm. Os sacos foram introduzidos no rúmen às 7 horas, antes do fornecimento da refeição matutina. A retirada foi em ordem sequencial, extraindo-se um conjunto de três sacos para cada dosagem de cal, nos tempos de incubação de 0, 6, 24 e 96 horas após serem introduzidos no rúmen, conforme Sampaio, 1998. Para o tempo zero, os sacos foram lavados em água corrente sem ser esfregados, até que a água saísse límpida.

Após a retirada do rúmen, os sacos também foram lavados em água corrente até que a mesma se apresentasse limpa. Os sacos foram encaminhados para o Laboratório de Nutrição Animal da FAMEV para determinar o teor de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN). Procedeu-se então, a secagem dos saquinhos em estufa a 65°C com ventilação forçada, por 72 horas. O procedimento para a determinação da degradabilidade da MS foi obtido por diferença de peso encontrado para cada componente das amostras, antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem. A FDN foi obtida pelo método de determinação da qualidade das forragens proposto por Van Soest (1965).

Para validação dos dados foram realizada análise de variância e teste de Tukey (com significância de 5%) para comparações de médias. A digestibilidade dos nutrientes foram avaliadas em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 4x4x1 sendo quatro tratamentos (0, 1, 1,5 e 2% de cal virgem microprocessada), 4 períodos de incubação (0, 6, 24 e 96 horas) e três repetições e as médias, empregando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV/CPD, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de digestibilidade “in situ” da matéria seca (DISMS) da cana-de-açúcar ensilada variedade IAC 86-2420 submetida a diferentes tratamentos com cal virgem microprocessada, em diferentes períodos de incubação.

Os percentuais de cal virgem 1; 1,5 e 2% utilizados na hidrólise da cana ensilada foram significativos na digestibilidade “in situ” da matéria seca (DISMS) em relação ao tratamento testemunha mas não diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Com 2% de cal e tempo de 96 horas de incubação, houve um incremento significativo em relação a todos os tratamentos.

A utilização de teores menores de cal virgem microprocessada (1,0 e 1,5%) sobre a cana ensilada também proporcionou aumentos nos valores da DISMS.

Tabela 1. Valores médios da degradabilidade “in situ” da matéria seca (DISMS) em função dos níveis de cal e do tempo de incubação no tratamento da cana-de-açúcar variedade IAC 86-2480 ensilada hidrolisada ou não.

CAL (%)	TEMPO(h)			
	0	6	24	96
0	59,19 aA	58,74 aA	59,61 aA	60,12 aA
1	61,33 aB	61,84 aB	62,23 aB	63,73 bB
1,5	61,86 aB	62,21 aB	63,41 bB	65,12 bcB
2	62,56 aB	63,12 aB	64,37 bB	65,39 bC

Médias seguidas de mesma letra letra (minúscula na linha e maiúscula na coluna) não diferem estatisticamente por meio do teste de Tukey (com significância de 0,05).

A adição de 2% de cal virgem sobre a cana ensilada, no tempo 0h de incubação, propiciou um aumento de 5,69% sobre o valor da DISMS. Esse aumento mostrou-se

constante com o aumento do tempo de incubação, alcançando um incremento de 8,77% aos valores da DISMS no tempo de 96 horas de incubação.

Assim, a adição de cal virgem microprocessada aumentou os coeficientes da DISMS em todos os tratamentos.

Esses resultados possivelmente são atribuídos ao efeito hidrolisante da cal virgem sobre a cana com a solubilização parcial da hemicelulose e da expansão da celulose, causando rupturas das ligações de pontes de hidrogênio, as quais conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose (JACKSON, 1977).

A variação na degradabilidade deve-se às diferenças na composição bromatológica da planta (*Saccharum officinarum*).

O tratamento com CaO, especialmente nas maiores doses (1 e 1,5%) avaliadas por Santos et al. (2006), foi capaz de promover alteração nos componentes da parede celular da cana-de-açúcar e reduzir o desaparecimento de frações orgânicas solúveis. Aumentos nas doses de cal (a seco ou diluída em água) levaram à redução nos valores de hemicelulose, e com a dose de 1,5% houveram reduções significativas para a FDN.

Oliveira et al. (2006a) trabalharam com cal hidratada e verificaram que a ação maior ou menor da cal sobre a digestibilidade *in vitro*, principalmente da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e hemicelulose, ocorre em função de vários fatores, dentre eles: a concentração do óxido de cálcio, tamanho da partícula, quantidade utilizada na hidrólise, forma de aplicação, homogeneização da mistura, tempo de hidrólise, maturação e variedade da cana-de-açúcar, e outros.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de digestibilidade “in situ” da fibra em detergente neutro (DISFDN) da cana-de-açúcar ensilada variedade IAC 86-2420 submetida a diferentes tratamentos com cal virgem microprocessada, em diferentes períodos de incubação.

Houve influência dos níveis de cal sobre a DISFDN. Todos os tratamentos com cal 1; 1,5 e 2% apresentaram aumento nos valores de DISFDN. Em todos os períodos de incubação os tratamentos com cal apresentaram valores estatisticamente maiores ($P < 0,05$) do tratamento que não recebeu cal virgem.

Tabela 2. Valores médios da degradabilidade “in situ” da fibra em detergente neutro (DISFDN) em função dos níveis de cal e do tempo de incubação no tratamento da cana-de-açúcar variedade IAC 86-2480 ensilada hidrolisada ou não.

CAL (%)	TEMPO(h)			
	0	6	24	96
0	31,52 aA	32,34 bA	33,79 bA	35,42 bA
1	32,03 aB	35,12 bB	36,93 bB	37,81 bB
1,5	32,01 aB	34,76 bB	37,54 bcB	38,12 cB
2	32,83 aC	35,42 bB	38,79 cC	38,57 cB

Médias seguidas de mesma letra letra (minúscula na linha e maiúscula na coluna) não diferem estatisticamente por meio do teste de Tukey (com significância de 0,05).

A utilização de cal a 2% no período 0h de incubação apresentou maior valor ($P < 0,05$) de DISFDN que em relação aos outros tratamentos de 1,0 e 1,5%.

Os resultados apresentam semelhança com os de Silva et al (2007), que também observa aumento expressivo na digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com cal, tanto na cana-de-açúcar “in natura” quanto no bagaço.

5 CONCLUSÃO

A adição da cal virgem microprocessada aumentou os coeficientes da DISMS e DISFDN sendo que o teor de cal de 2% foi o que apresentou melhor resultado. Assim sendo recomenda-se a utilização de 2% de cal virgem microprocessada pode ser recomendada na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS

- AFRC. Agricultural and Food Research Council: Technical Committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animal: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Slough, UK, v.9, p.65-71, 1992.
- AMARAL NETO, J.; OLIVEIRA, M. D. S.; LANÇANOVA, J. A. C. et al. Composição químico-bromatológica da silagem de cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/ Gnosis, 1998. CD-ROM.
- BALIEIRO, G. N.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, A. R.; NOGUEIRA, J. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.
- BALIEIRO, G. N.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, A. R.; SILVA, D. N.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar cv. IAC 86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio antes e depois da ensilagem e com 3, 6 e 9 dias após abertura do silo. REUNION DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19., Tampico, 2005c. **Anais...** Tampico, ALPA, 2005. CD-ROM.
- BALSALOBRE, M.A.A.; FERNANDES, R.A.T.; SANTOS, P.M. Corte e transporte de cana-de-açúcar. SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999, p.7-26.
- BERNARDES, T. F.; SILVEIRA, R. N.; COAN, R. M.; REIS, R. A. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.
- CARMO, C. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P. et al. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.65, P.2126-2133. 2001.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O. G.; SOUSA, L. O.; PENTEADO, D. C. S.; CARVALHO, I. P. C.; SANTOS, E. M.; CEZÁRIO, A. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2006. CD-ROM.
- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana de açúcar. **Segundo levantamento**, Setembro, 2009, Conab, Brasília, DF, 2009.
- JACKSON, M. G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p.105-130, 1977.
- KLOPFENSTEIN, T.; HUBER, J.T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. HUBER, J. T. (Ed.). **Upgrading residues and products for animals**. Boca Raton: CRC Press, p. 40-60, 1980.

MADSEN, J.; HVELPLUND, T. Protein degradation in the rumen. A comparison between *in vivo*, nylon bag, *in vitro*, and buffer measurements. **Acta Agriculturae Scandinavica**, n.25, p.103-124, 1985.

MENDES NETO, J.; NEIVA, J. N. M.; VASCONCELOS, V. R.; PIMENTEL, J. C. M.; PAULA NETO, F. L.; ALMEIDA, P. N. A.; TEIXEIRA, M. Uso da cana-de-açúcar na terminação de ovinos. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu-SP. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, V.1, P.461-463, 1998.

NOCEK, J. E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, **Anais...**, 1997, Lavras, UFLA-FAEPE. 1997, p.197-239.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, P. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Funep, 1999. 128 p.

OLIVEIRA, M. D. S.; QUEIROZ, M. A. A.; CALDEIRÃO, E.; BETT, V.; RIBEIRO, G.M. Efeito da hidrólise com NaOH sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*). **Ars Veterinária**, v. 18, n. 2, p.167-173, 2002.

PIRES, A. J. V.; REIS, R. A.; CARVALHO, G. G. P.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, Jaboticabal-SP, v.35, n.3, p.953-97, 2006.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994. p. 89-104.

SANTOS, M. C. **Aditivos químicos para o tratamento de cana de açúcar in natura e ensilada**, 108 f., 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 108 f., 2007.

SILVA, S. C. Cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar In: SILVA, J. B.; SENO, F. C.; ISEPON, M. C. Z.; BERGAMASCHINI, O. J. **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993, v.1, p.59-74.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, M. D. S.; SAMPAIO, A. A. M.; ANDRADE, A. T.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, A. R. M.; CALDEIRÃO, E.; RIBEIRO, G. M.; FAZOLO, B. Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade ruminal “*in vitro*”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Goiânia, GO. 2005. **Anais...**, CD-ROM, 2005.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979, 380p.

THIAGO, L. R. L.; VIEIRA, J. M. Cana de açúcar: uma alternativa de alimento para a seca. **Comunicado Técnico nº 73**: Embrapa Gado de Corte, 4p., 2002.

TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras, UFLA/FAEPE, 1997. p.7-27.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. London : Cornell University Press, 2. ed., 1994, 476p.

ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I. N.; BORGES. Consumo voluntário e digestibilidade aparente do caroço integral de algodão e bagaço hidrolisado de cana-de-açúcar para ruminantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 1995, v.24, n.1, p.38-48.