

ROBERTA ALBUQUERQUE MACHADO PONTES

**CANA-DE-AÇÚCAR “IN NATURA” OU ENSILADA  
COM ÓXIDO DE CÁLCIO E URÉIA EM DIETAS DE OVINOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P814c  
2007

Pontes, Roberta Albuquerque Machado, 1980-  
Cana-de açúcar "*in natura*" ou ensilada com óxido de  
cálcio e uréia em dietas de ovinos / Roberta Albuquerque  
Machado Pontes. – Viçosa, MG , 2007.  
xii, 60f. : il. ; 29cm.

Orientador: Maria Ignez Leão.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Ovino - Nutrição. 2. Cana-de-açúcar - Composição.  
3. Óxido de cálcio na nutrição animal. 4. Uréia na nutrição  
animal. 5. Cana-de-açúcar - Silagem. I. Universidade  
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.30852

ROBERTA ALBUQUERQUE MACHADO PONTES

**CANA-DE-AÇÚCAR "IN NATURA" OU ENSILADA  
COM ÓXIDO DE CÁLCIO E URÉIA EM DIETAS DE OVINOS**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 26 de fevereiro de 2007.

  
\_\_\_\_\_  
Lara Toledo Henriques

  
\_\_\_\_\_  
Rilene Ferreira Diniz Valadares

  
\_\_\_\_\_  
Sebastião de Campos Valadares Filho  
(Co-orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Odilon Gomes Pereira  
(Co-orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Maria Ignez Leão  
(Orientadora)

*A Deus, pelo dom da vida.*

*Aos meus pais, Neize e Antonio, pelo amor e exemplo.*

*Ao meu namorado Rodrigo, pelo carinho e pela compreensão.*

*Às minhas irmãs, Natália e Nicole, pela amizade e união.*

*Ao meu querido sobrinho Leonardo.*

*A toda minha família e amigos.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida e por ser a luz que ilumina meus passos.

Aos meus amados pais, por todo apoio e conselho, principalmente nos momentos difíceis, sem os quais teria sido impossível a conclusão deste trabalho.

Às minhas irmãs, pela amizade e por me fazer sentir uma pessoa especial.

Ao meu querido namorado, pela paciência e amor.

Ao meu sobrinho, pelo sentimento de esperança por um mundo melhor a todos.

A toda minha família: tias, tios, avós, avôs, primas e primos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste trabalho.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À querida professora Maria Ignez Leão, pela orientação e força nos momentos em que me senti frágil.

Ao estimado professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela oportunidade concedida, pelo apoio e pela excelente orientação.

Ao professor Odilon, pela disposição em colaborar para a melhoria deste trabalho.

À Lara Toledo, pela amizade, estímulo e ajuda incondicional nas análises de laboratório, sem a qual a realização deste trabalho teria sido menos prazerosa.

Ao Marcelo de Andrade Ferreira, pelas opiniões e colaboração em todo momento.

Aos funcionários Joécio, Pum, Marcelo, Fernando, Monteiro, Vera, Wellington, Mário e Valdir pela ajuda indispensável durante a realização dos experimentos e das análises laboratoriais e pelo agradável convívio.

À Celeste, secretária da pós-graduação, pelas informações e amizade.

A aqueles que me ajudaram de maneira incondicional na condução dos experimentos, em especial ao Marcos, André, Pedro, Tati, Mozart, Fernando e Luis.

Aos colegas e amigos do departamento de Zootecnia, em especial à Vivi (Viviane Carli) e às companheiras de república por tornar a vida em Viçosa mais agradável.

Aos grandes amigos da UNESP-Botucatu e de Itapetininga, os quais ocupam um espaço muito especial em meu coração.

Ao Centro Espírita “Camilo Chaves” por todo apoio nesse período em Viçosa e pelo fortalecimento espiritual.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que esse trabalho fosse realizado.

A todos que acreditaram e me apoiaram durante todo esse tempo.

## **BIOGRAFIA**

ROBERTA ALBUQUERQUE MACHADO PONTES, filha de Antonio Machado Pontes e Neize Fortes Albuquerque Machado Pontes, nasceu em Itapetininga – São Paulo, em 16 de novembro de 1980.

Em dezembro de 1998, concluiu o ensino médio no Colégio Instituto Imaculada Conceição, na cidade de origem.

Em março de 1999, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na UNESP/Botucatu – Universidade Estadual Paulista, concluindo o mesmo em dezembro de 2003.

Em agosto de 2004, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 26 de fevereiro de 2007.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	xi
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPÍTULO 1 .....	7
EFEITO DE ÓXIDO DE CÁLCIO E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE O CONSUMO E A DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES EM OVINOS .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4. CONCLUSÃO .....	21
5. LITERATURA CITADA .....	22
CAPÍTULO 2 .....	24
SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR CONFECCIONADAS COM URÉIA E, OU, ÓXIDO DE CÁLCIO NA DIETA DE OVINOS .....	24

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
4. CONCLUSÃO .....	47
5. LITERATURA CITADA .....	48
CONCLUSÕES GERAIS .....	53
REFERÊNCIAS .....	54

## RESUMO

PONTES, Roberta Albuquerque Machado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Cana-de-açúcar “*in natura*” ou ensilada com óxido de cálcio e uréia em dietas de ovinos.** Orientadora: Maria Ignez Leão. Co-orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Odilon Gomes Pereira.

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de dois experimentos. No primeiro, avaliaram-se os efeitos da adição de óxido de cálcio sobre a composição química, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da cana-de-açúcar no momento do corte ou 24 horas após o mesmo. Foram utilizados 18 carneiros sem raça definida, arranjados num delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo dois tempos de armazenamento da cana-de-açúcar (0 e 24 horas) e três níveis de cal (0; 0,5 e 1% na matéria natural (MN)), com três repetições por tratamento. Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre tempos de armazenamento e níveis de cal para os consumos dos nutrientes, expressos em g/dia e em g/kg do peso vivo (PV). Com exceção do consumo de extrato etéreo (EE) em g/dia, verificou-se que não houve diferença significativa para os consumos nos diferentes tempos e níveis de cal. Observou-se efeito de tempo de armazenamento e níveis de cal para as digestibilidades da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO), registrando-se menores valores para a cana armazenada, além de diminuição na

digestibilidade da MS com o aumento da inclusão de cal na cana. Houve interação entre tempos de armazenamento e níveis de cal para as digestibilidades da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN). A utilização da cal e os tempos de armazenamento não influenciaram as digestibilidades de carboidratos totais (CHO) e EE. Em suma, a adição das doses de cal, com o fornecimento da cana imediatamente ou 24 horas após o corte, não foram eficientes em aumentar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. No segundo experimento objetivou-se estimar a composição química e avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e a degradabilidade *in situ* de silagens de cana-de-açúcar adicionadas ou não de uréia e, ou, óxido de cálcio. Foram utilizados 18 carneiros sem raça definida, arranjados num delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3x2, sendo dois níveis de uréia/sulfato de amônia (0 e 0,5% na MN), três de óxido de cálcio (0; 0,5 e 1% na MN) na ensilagem, e dois períodos, com três repetições por tratamento. Foi observada interação entre níveis de uréia e cal na ensilagem da cana para os consumos, expressos em g/dia, de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Para os tratamentos sem uréia, o consumo de todos os nutrientes, com exceção da FDN e do EE, elevou-se com a adição de cal. Na presença de uréia, os consumos de MS, MO, PB, EE, CHO e FDN foram menores na silagem sem cal e a utilização de 0,5% de cal elevou o consumo de FDN. Não houve interação entre os fatores estudados para os consumos, em g/kg PV, de MS, PB, FDN e NDT. A adição de cal aumentou o consumo de MS e de PB em 28,85% e 33,10%, respectivamente. Houve interação entre níveis de uréia e cal para os consumos em g/kg PV, de MO, EE, CHO e CNF. Na ausência de uréia, os consumos de MO e CHO foram aumentados com a inclusão de 1% de cal. Na ausência de cal, os consumos de MO, EE, CHO e CNF não foram influenciados pela inclusão de uréia. Houve redução nos consumos de MO, CHO e CNF com adição de 1% de cal juntamente com a uréia. Não foi encontrada interação entre os fatores estudados para as digestibilidades da MS, MO, PB, FDN e CHO. Com exceção da digestibilidade da FDN, que aumentou em 5,74 unidades percentuais, não foi verificado efeito positivo da inclusão de uréia na ensilagem. Não houve efeito dos níveis de cal na digestibilidade dos nutrientes. No ensaio da degradabilidade *in situ*, foi

verificado que a utilização de cal na ensilagem reduziu a fração indigestível da FDN em aproximadamente 33%. Conclui-se que a cal não promove aumento na digestibilidade dos nutrientes. Os níveis de uréia estudados não propiciaram respostas consistentes, confirmando a necessidade de mais estudos com relação à confecção de silagem de boa qualidade de cana-de-açúcar.

## ABSTRACT

PONTES, Roberta Albuquerque Machado, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2007. **Sugar cane “*in natura*” or ensiled with calcium oxide and urea in ovine diets.** Adviser: Maria Ignez Leão. Co-advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Odilon Gomes Pereira.

The present study was developed from two experiments. In the first, the effects of calcium addition over the chemical composition, the sugar cane nutrients consume and digestibility at the cutting moment and 24 hours after it, were evaluated. 18 sheep without a defined breed were used, arranged in a totally randomized delineation, in a 2x3 factorial scheme, being two sugar cane storing time (0 and 24h) and three cal levels (0; 0,5 and 1% of the natural matter (NM)) with three repetitions per treatment. There was no interaction ( $P>0,05$ ) between the storing time and the cal levels for the nutrients consume, expressed in g/day and in g/Kg of the live weight (LW). Excepting the ethereal extract (EE) in g/day, there was no significant difference for the consume in the different times and cal levels. The storing time and cal levels effect for the digestibility of the dry matter (DM) and of the organic matter (OM) were observed, registering the smallest values for the stored sugar cane, besides the decrease in the digestibility of the DM with the increase of the cal inclusion in the sugar cane. There was an interaction between the storing times and the cal

levels for the digestibility of the rough protein (RP) and the fiber in a neutral detergent (FND). The cal usage and the storing times did not influence the total carbohydrates digestibility (TCD) and EE. In short, the cal doses addition, with the sugar cane supply immediately or after 24h after cutting were not efficient to increase the nutrients consume and digestibility. In the second experiment, the aim was to estimate the chemical composition and evaluate the consume, the nutrients digestibility and the *in situ* degradability of the sugar cane silage added or not with urea and/or calcium oxide. 18 sheep without a definite breed were used, arranged in a totally randomized delineation, in a 2x3x2 factorial scheme, being two urea/ammonia sulphate levels (0 and 0,5% in the NM), three calcium oxide (0; 0,5 and 1% in the NM) in the ensilaging and, two periods, with three repetitions per treatment. The interaction between the urea and cal levels in the sugar cane ensilaging for the consume, expressed in g/day of the DM, OM, RP, EE, TCD, FND, non-fiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) were observed. For the treatments without urea, all the nutrients consume, excepting the FND and EE, increased with the addition of cal. In the urea presence, the DM, OM, RP, EE, TCD and FND consume, were smaller in the ensilaging without cal and the use of 0,5% of cal increased the FND consume. There was no interaction between the studied factors for the consume in g/day of the LW, OM, EE, TCD and FND. The cal addition increased the DM and RP consume in g/day of the LW, OM, EE, TCD and FND. In the absence of urea, the OM and TCD consume were increased with the inclusion of 1% of cal. In the cal absence, the OM, EE, TCD and FND consume were not influenced by the urea inclusion. There was a decrease in the OM, TCD and FND consume with the addition of 1% of cal together with urea. There was no interaction found between the studied factors for the DM, OM, RP, FND and TCD digestibility. Excepting the FND digestibility, which increased in 5,74 percentual units, a positive effect of the urea inclusion in the ensilaging was not verified. There was no effect in the cal levels in the nutrients digestibility. In the degradability *in situ* assay, it was seen that the cal use in the ensilaging reduced the FND indigestible fraction in approximately 33%. It was concluded that cal does not promote an increase in the nutrients digestibility. The urea levels studied did not provide consistent answers, confirming the need to more studies concerning the building of good quality silage for the sugar cane.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), a qual se destaca dentre as gramíneas tropicais como a planta de maior potencial para produção de matéria seca e energia por unidade de área. Aliados a estes fatos, importantes vantagens justificam a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro, como a facilidade e tradição de cultivo, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida, a maturidade coincidindo com o período de escassez das pastagens e por constituir uma opção competitiva quando comparada a outras fontes de volumosos.

Preston (1977) afirmou que, diferentemente de outras gramíneas, a digestibilidade da cana-de-açúcar não decresce com a maturidade. Essa característica resulta em uma importante vantagem para a alimentação animal, particularmente no período seco, época em que seu valor energético é máximo, e o de outras gramíneas forrageiras atinge limites mínimos.

No entanto, a cana apresenta limitações de ordem nutricional, devido ao baixo teor protéico e da maioria dos minerais (principalmente fósforo); aos açúcares altamente solúveis com alta taxa de degradação no rúmen; ausência de precursores glicogênicos e aos componentes da parede celular serem pouco digestíveis, ocorrendo a limitação do consumo voluntário devido ao acúmulo de fibra não digestível (PRESTON, 1982).

Com relação aos açúcares prontamente fermentescíveis provenientes da cana-de-açúcar, como a sacarose, Naufel et al. (1969) propuseram que

alterações acentuadas no metabolismo do rúmen podem ocorrer, podendo deprimir a digestão da celulose e o consumo de matéria seca.

Uma das vantagens apontadas para a utilização da cana na alimentação de ruminantes é o seu uso *"in natura"*; picando-a pouco antes do fornecimento, e este manejo tem sido recomendado por questão de praticidade. Entretanto, observações experimentais indicam a possibilidade do fornecimento da cana no dia seguinte após a sua trituração.

Lozada et al. (1979) registraram redução de 10% no consumo voluntário de cana-de-açúcar, quando houve armazenamento da mesma por 24 horas e concluíram que isto poderia ser evitado tratando a cana com hidróxido de sódio (NaOH). Os autores estudaram o efeito de quatro níveis de NaOH, 0; 2; 4 e 6% na matéria seca da cana e encontraram aumento no consumo de 6,82; 7,66; 7,80 e 8,12 kg de MS por dia, respectivamente. Concluíram que o efeito do NaOH está provavelmente relacionado à solubilização dos componentes da parede celular.

Contudo, a utilização clássica da cana-de-açúcar, na forma *"in natura"*, possui restrição, quando a mesma é usada em larga escala devido à necessidade de corte diário. Além disso, quando a cana é utilizada como forragem durante todo o ano, há perda do valor nutritivo durante o verão devido ao baixo teor de sacarose e dificuldades de colheita em dias chuvosos. Assim, é interessante que a cana-de-açúcar seja cortada durante a estação seca e preservada para o uso durante toda a estação chuvosa. Segundo Siqueira (2005), canaviais submetidos a incêndio ou geada precisam ser utilizados rapidamente a fim de evitar a conversão da sacarose a gás carbônico, água e etanol, podendo-se então optar pelo processo de ensilagem.

A ensilagem permite o corte de grandes áreas num curto espaço de tempo e durante o período em que a forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo, coincidindo com o período mais propício aos trabalhos no campo (seca).

A cana-de-açúcar também pode ser ensilada como outras forrageiras, uma vez que contém as principais características necessárias para o processo de produção de silagem: teor de matéria seca em torno de 25 a 30%; teor de carboidratos solúveis próximo a 10% da matéria natural; e poder tampão, que permite a queda do pH para valores próximos a 3,5. Todavia, o alto teor de

carboidratos solúveis, o que promove rápida proliferação de leveduras com produção de etanol e gás carbônico, consiste em um inconveniente (VALVASORI et al., 1995).

Nussio e Schmidt (2005) mencionaram a possibilidade de o álcool, resultante da fermentação alcoólica pela população de leveduras, ser o agente promotor de recusa do alimento pelo animal. Alcântara et al. (1989) verificaram diminuição de 34% no consumo por carneiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar elaborada sem aditivos, apresentando este teor de etanol 6,6 vezes maior do que silagens tratadas com aditivos.

Talvez a produção de etanol, em detrimento do valor nutritivo da silagem de cana, seja a principal dificuldade apresentada por essa tecnologia e o maior desafio da pesquisa na busca por processos específicos que controlem adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo da qualidade da silagem e do desempenho dos animais (NUSSIO et al., 2003).

A reação bioquímica da produção de etanol, catalisada pela via fermentativa de leveduras, pode ser descrita da seguinte forma:



O etanol produzido, além de ser facilmente volatilizado, acarreta em elevadas perdas de matéria seca e redução no valor alimentício (SCHMIDT et al., 2004).

Apesar da escassez de pesquisa nesta área, trabalhos têm demonstrado que silagens produzidas exclusivamente com cana-de-açúcar são de baixa qualidade, acarretam em rejeição às dietas, com conseqüente redução no consumo voluntário pelos animais e assim resultam em desempenho insatisfatório. Andrade et al. (2001) verificaram redução de aproximadamente 30% no conteúdo total de açúcares para a cana ensilada em relação à cana fresca e teores de etanol de 7,8 a 17,5% da matéria seca.

Coan et al. (2002) verificaram queda no teor de matéria seca de 27,3 para 20,9% na silagem de cana e aumento nos constituintes da parede celular, com valores de fibra em detergente neutro de 42,1 para 54,95%, de fibra em detergente ácido de 34,9 para 43,8% e de lignina de 6,8 para 7,2%, maiores em relação à cana fresca. Isso ocorreu devido à diminuição da quantidade de

carboidratos solúveis na fermentação alcoólica, levando ao aumento proporcional nos teores de constituintes da parede celular.

Porém, melhorias no processo fermentativo das silagens vêm sendo realizadas com a introdução de aditivos químicos à cana no momento da ensilagem, a fim de inibir as populações microbianas indesejáveis, melhorar sua conservação e o valor nutritivo.

Várias são as especulações a respeito da ação dos aditivos nitrogenados em silagens de cana-de-açúcar. A adição de uréia visa elevar a quantidade de proteína bruta, possibilitando maiores produções de proteína microbiana pela maior disponibilidade de nitrogênio no rúmen, além de melhorar o balanço nutricional (protéico) para o desenvolvimento da flora bacteriana nas silagens aditivadas, fazendo com que apresentem maior competição com leveduras (CÂNDIDO et al., 1999). Apresenta também efeito positivo na diminuição da produção de etanol e assim na preservação das silagens (ALLI et al., 1983).

Em termos genéricos, os resultados de trabalhos de digestibilidade com ruminantes recebendo como dietas básicas cana-de-açúcar, evidenciaram que as maiores digestibilidades da matéria seca, em torno de 66 a 68%, e para a fibra em detergente neutro, entre 35 e 43%, foram direta e positivamente relacionadas à qualidade e quantidade de suplemento nitrogenado incluído nas dietas (MARTE et al., 1978; AROEIRA et al., 1995). Este fato é perfeitamente compreensível já que a digestão no rúmen de um alimento rico em sacarose dependerá da interação energia-nitrogênio (RUSSEL et al., 1992).

De modo geral, doses entre 0,5 e 1,0% de uréia na matéria natural parecem ser mais efetivas em reduzir as perdas fermentativas (SIQUEIRA et al., 2004). Esses autores sugeriram que doses maiores (1,5 e 2%) podem exercer um efeito tampão, prejudicando o processo de fermentação.

Outros aditivos químicos comumente testados são o hidróxido de sódio (NaOH), hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>], amônia anidra e mais recentemente o óxido de cálcio (CaO). A justificativa para o emprego de álcalis reside no fato de a lignina de gramíneas ser particularmente susceptível ao ataque hidrolítico dos mesmos. Através da hidrólise ocorre a quebra da estrutura da fibra levando à solubilização de componentes e, por consequência, aumentando a digestibilidade do alimento. De acordo com Jackson (1977), esses agentes

atuam ainda solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovendo o fenômeno conhecido como intumescimento alcalino da celulose, o qual consiste na expansão e ruptura das moléculas de celulose.

De acordo com Klopfenstein (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação desse tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da fibra, provavelmente devido às quebras das ligações entre as frações celulose e hemicelulose.

O hidróxido de sódio é um composto alcalino forte que possui ação comprovada sobre a fibra da cana-de-açúcar (EZEQUIEL et al., 2003), porém os riscos de toxicidade e o elevado custo tornam proibitivo o uso do mesmo. Ao contrário, a cal oferece menores riscos e custos, sendo de fácil estocagem, mas possui ação hidrolítica menos intensa e seus efeitos sobre o consumo e desempenho em ruminantes não foram adequadamente estudados.

De acordo com Balieiro Neto et al. (2006), a utilização de 1% de cal na cana "*in natura*" foi eficiente em elevar a degradabilidade da fibra.

Silva et al. (2005), com o objetivo de avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da silagem de cana-de-açúcar com 1% de uréia ou com 1% de uréia e 0,75% de NaOH, verificaram que a utilização do NaOH na confecção da silagem melhora a degradabilidade da fibra e conseqüentemente disponibiliza um número maior de nutrientes a serem absorvidos. Foi observado que a silagem com uréia e hidrolisada possui maior fração potencialmente degradável e menor fração insolúvel (41,81 e 65,20%) quando comparada com a silagem de cana com uréia (24,98 e 82,51%).

Cavali (2007), estudando a influência da adição de diferentes doses de cal na ensilagem da cana (0; 0,5; 1; 1,5 e 2%) concluiu que houve acréscimo na degradabilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro até o nível de 1,5% de cal.

A adição de cal nesses trabalhos influenciou positivamente a digestão das silagens de cana-de-açúcar, demonstrando a ação hidrolítica desse composto, o qual possibilita alteração na estrutura da parede celular da forrageira, permitindo maior acesso aos microrganismos ruminais. Van Soest (1994) já havia constatado os efeitos de agentes alcalinos sobre a degradabilidade da fibra em detergente neutro, devido à hidrólise.

Em decorrência do exposto, mais pesquisas a fim de avaliar qual nível de cal possibilita obter melhor resposta, já que estudos sobre a degradabilidade *in situ* de silagens de cana-de-açúcar tratadas com este aditivo são escassos na literatura.

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da adição de cal sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da cana-de-açúcar fornecida aos animais no momento do corte ou 24 horas após o mesmo; bem como estimar a composição química e avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e a degradabilidade *in situ* de silagens de cana adicionadas ou não de uréia e, ou, cal.

## **CAPÍTULO 1**

### **EFEITO DE ÓXIDO DE CÁLCIO E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE O CONSUMO E A DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES EM OVINOS**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A cana-de-açúcar apresenta uma composição química relativamente estável dentro de um período de tempo limitado, em que o conteúdo de sacarose chega ao máximo com o amadurecimento. Após essa época, o conteúdo em sacarose diminui com o aumento de açúcares redutores, o que reduz o potencial para a produção de açúcar, sem que haja uma queda acentuada no valor para a alimentação animal (PIDGEN, 1974).

Portanto, a cana a ser utilizada como forragem, pode ficar no campo por um maior período de tempo, permitindo manter constante o seu valor nutritivo, contrariamente ao que ocorre com a maioria das espécies forrageiras tropicais (LIMA; MATTOS, 1993).

A cana-de-açúcar apresenta limitações como o baixo teor protéico e de minerais, açúcares altamente solúveis com alta taxa de degradação no rúmen e componentes da parede celular pouco digestíveis, os quais limitam o consumo voluntário devido ao acúmulo de fibra não digerível (PRESTON, 1982).

Quando a forragem apresenta alto teor de fibra em detergente neutro, como as forrageiras cortadas em idades avançadas, ou quando a fibra apresenta baixa digestibilidade, como na cana-de-açúcar (BOIN et al., 1987), podem-se utilizar substâncias químicas para o tratamento, com o objetivo de melhorar a digestibilidade e disponibilidade de nutrientes para os animais (REIS; RODRIGUES, 1994). Dentre os aditivos químicos, os álcalis solubilizam a hemicelulose e aumentam a digestibilidade da celulose e da hemicelulose devido à hidrólise na estrutura da fibra (JACKSON, 1977; KLOPFENSTEIN, 1978).

O fornecimento clássico da cana aos ruminantes se dá na forma “*in natura*”, que tem como dificuldade a necessidade de corte diário. Observações experimentais sugerem que o tratamento com óxido de cálcio possa trazer benefícios práticos devido à possibilidade de estocagem do material já picado por períodos maiores de tempo, possibilitando a racionalização de mão-de-obra e maquinário, diminuição da taxa de fermentação e aumento da digestibilidade da fibra da cana, além da ausência de abelhas e cheiro mais agradável, fatores que favorecem o consumo pelos animais.

Os primeiros relatos de uso de tratamento químico para melhorar a digestibilidade de alimentos fibrosos datam de 1881. Dentre as substâncias mais usadas para o tratamento de materiais fibrosos, estão os hidróxidos de sódio, de cálcio, de potássio e de amônia (REIS; RODRIGUES, 1994). Segundo esses autores, o hidróxido de sódio, uma das substâncias mais eficientes no tratamento de volumosos, possui desvantagens como o alto teor de sódio nas dietas e possibilidade de contaminação do ambiente, uma vez que aparece em alta concentração na urina e fezes dos animais que receberam o alimento tratado.

Ao contrário do hidróxido de sódio, o óxido de cálcio oferece menores riscos e custos sendo de fácil estocagem, contudo é considerado um agente com moderado poder hidrolítico (BERGER et al., 1994) e seus efeitos sobre o consumo e desempenho em ruminantes não foram adequadamente estudados.

Poucos são os trabalhos que relatam o valor nutritivo e o consumo pelos animais de cana-de-açúcar fornecida após o armazenamento, adicionada ou não de óxido de cálcio ou outro aditivo.

Face a isto, conduziu-se o presente estudo com o objetivo de avaliar o efeito da adição de óxido de cálcio sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da cana-de-açúcar fornecida aos animais no momento do corte ou 24 horas após o mesmo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. A cidade de Viçosa localiza-se na região da Zona da Mata de Minas Gerais, MG; e apresentam coordenadas geográficas de 20°45'S e 42°51'W de latitude e longitude, respectivamente, com altitude média de 651 metros. A umidade relativa média anual é de 80% e a precipitação pluviométrica de 1.341,2 mm. A temperatura média das máximas é de 26,1°C e a média das mínimas é de 14,0°C. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é Cwa (mesotérmico), com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos.

Foram utilizados 18 carneiros castrados, sem raça definida, com peso vivo médio inicial de 50 kg, previamente vermifugados e identificados por brincos. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, e alojados em gaiolas de metabolismo individuais dotadas de comedouros e bebedouros individuais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo dois tempos de armazenamento da cana-de-açúcar (0 ou 24 horas) e três níveis de cal (0; 0,5 ou 1% na matéria natural), com três repetições por tratamento.

O óxido de cálcio foi utilizado na forma de cal virgem micropulverizada, sem diluição em água. A cana-de-açúcar, colhida aos 22 meses de idade, foi cortada em picadeira convencional, pesada e espalhada em piso de alvenaria.

Após o cálculo da quantidade de cal, com base na matéria natural, procedeu-se à distribuição e mistura com a cana-de-açúcar até a obtenção de um volumoso homogêneo, o qual foi oferecido à vontade aos animais no momento do corte ou 24 horas após o armazenamento.

O período experimental teve duração de 15 dias, sendo os nove primeiros para adaptação dos animais às dietas e os seis restantes para coleta de amostras de alimentos, sobras e de fezes.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, sendo registradas as quantidades de alimentos fornecidos e as sobras de cada animal. Foram permitidas sobras máximas de 10%, com base na matéria natural. As amostras dos alimentos e das sobras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas para posteriores análises.

Para as coletas de fezes foram utilizadas bolsas coletoras adaptadas aos animais, as quais foram esvaziadas três vezes ao dia. Ao final do período de coletas, foram feitas amostras compostas proporcionais à produção diária na matéria pré-seca. As amostras compostas de cada animal foram pré-secas em estufa de ventilação forçada à 65°C por 72 horas, moídas em moinho de facas com peneira contendo crivos de 1 mm e armazenadas em frascos devidamente identificados.

A pré-secagem e moagem das amostras de alimentos e sobras foram procedidas da mesma maneira que para as fezes. Nessas amostras foram realizadas determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e lignina, segundo Silva e Queiroz (2002); o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foi determinado conforme descrição de Licitra et al. (1996), sendo a fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>CP</sub>), segundo Hall (2003).

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ Cinzas})$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas foram obtidos por:

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PBuréia} + \% \text{uréia}) + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}]$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por:

$$\text{NDT} = \% \text{PBdigestível} + \% \text{FDNdigestível} + \% \text{CNFdigestível} + 2,25 * \% \text{EEdigestível}$$

As dietas foram formuladas com o intuito de conterem aproximadamente 10% de PB, sendo elaboradas com 90% de volumoso e 10% de concentrado na base da matéria seca. Na Tabela 1 é mostrada a composição bromatológica do concentrado e da cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos e na Tabela 2 a composição bromatológica das dietas experimentais.

Os dados de consumo e digestibilidade dos nutrientes foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 1 – Composição bromatológica do concentrado (C) e da cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos

Itens	C <sup>1</sup>	Cana 0 horas			Cana 24 horas		
		0	0,5% cal	1% cal	0	0,5% cal	1% cal
MS	83,62	26,58	28,37	27,81	26,98	25,65	26,50
MO <sup>2</sup>	93,75	96,28	93,87	92,10	96,74	92,91	90,87
PB <sup>2</sup>	70,20	3,41	2,57	2,97	2,55	2,96	2,19
NIDN <sup>3</sup>	0,61	4,42	4,32	3,95	5,17	5,43	6,38
EE <sup>2</sup>	1,45	0,59	0,43	0,34	0,37	0,57	0,53
CHO <sup>2</sup>	30,98	92,29	90,88	88,69	93,82	89,38	88,09
FDN <sup>2</sup>	19,66	57,39	50,30	46,47	52,01	55,95	56,17
FDNcp	16,58	55,28	48,51	44,40	50,50	54,09	53,84
LIG <sup>2</sup>	2,12	8,34	7,88	7,68	8,48	8,32	9,36
CNF	15,32	37,00	42,36	44,39	43,32	35,29	34,25

<sup>1</sup> Constituído por 90% de farelo de soja e 10% de uréia/sulfato de amônia (9:1); <sup>2</sup>% MS; <sup>3</sup> % N total.

Tabela 2 – Composição bromatológica das dietas experimentais

Itens	Cana 0 horas			Cana 24 horas		
	0	0,5% cal	1% cal	0	0,5% cal	1% cal
MS	32,28	33,90	33,39	32,64	31,45	32,21
MO <sup>1</sup>	96,03	93,86	92,27	96,44	92,99	91,16
PB <sup>1</sup>	10,09	9,33	9,69	9,32	9,68	9,00
NIDN <sup>2</sup>	4,04	3,95	3,62	4,71	4,95	5,80
EE <sup>1</sup>	0,68	0,53	0,45	0,48	0,66	0,62
CHO <sup>1</sup>	84,62	83,36	81,39	86,01	82,01	80,85
FDN <sup>1</sup>	53,62	47,24	43,79	48,78	52,32	52,52
FDNcp	51,41	45,32	41,62	47,11	50,34	50,11
LIG <sup>1</sup>	7,72	7,30	7,12	7,84	7,70	8,64
CNF	34,83	39,66	41,48	40,52	33,29	32,36

<sup>1</sup>% MS; <sup>2</sup>% N total.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de consumos, expressas em g/dia, de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos efeitos de tempo de armazenamento e níveis de cal, estão apresentadas na Tabela 3; as de consumo de extrato etéreo (EE) na Tabela 4; e as de consumos expressos em g/kg do peso vivo (PV) na Tabela 5.

Não foi observado efeito de tempos de armazenamento e níveis de cal e da interação entre esses fatores para os consumos dos nutrientes em g/dia (Tabela 3) e em g/kg do PV (Tabela 5); com exceção do consumo de EE em g/dia (Tabela 4), onde houve interação entre tempos de armazenamento e níveis de cal ( $P < 0,05$ ).

Trabalhando com novilhas de corte, Moraes (2006) também não observou diferença significativa nos consumos de MS, MO e FDN em % do PV, ao adicionar 1% de cal na cana-de-açúcar.

Assim, no presente estudo não foi obtido efeito positivo da utilização de cal como promotora da hidrólise da cana-de-açúcar sobre o consumo dos nutrientes, contrariando dessa forma o princípio do tratamento de volumosos com álcalis, o qual proporcionaria um incremento na digestibilidade e na ingestão voluntária.

Tabela 3 – Consumo médio de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), carboidratos totais (CCHO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) em g/dia, em função de tempos de armazenamento e níveis de cal

Itens	Tempo (h)		Cal (%)			CV (%)
	0	24	0	0,5	1,0	
CMS	1155,36a	1157,81a	1136,13a	1202,28a	1131,34a	14,55
CMO	1088,67a	1082,02a	1092,61a	1119,56a	1043,86a	14,57
CPB	135,94a	123,85a	142,52a	132,58a	114,58a	20,37
CCHO	829,25a	887,27a	879,61a	918,20a	776,98a	19,10
CFDN	447,97a	514,10a	474,34a	521,30a	447,47a	20,37
CCNF	363,09a	350,84a	380,06a	385,09a	305,75a	22,24
CNDT	660,17a	683,05a	710,04a	707,46a	597,32a	20,91

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey

Tabela 4 – Consumo de extrato etéreo (CEE) em g/dia, em função de tempos de armazenamento e níveis de cal

Item	Tempo (h)	Cal (%)			CV (%)
		0	0,5	1,0	
CEE	0	7,81aA	4,78bB	4,77bB	20,10
	24	5,42aB	6,90aA	6,93aA	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, para a mesma característica, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Tabela 5 – Consumos médios, expressos em g/kg PV, de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) em função de tempos de armazenamento e níveis de cal

Itens	Tempo (h)		Cal (%)			CV (%)
	0	24	0	0,5	1,0	
CMS	21,97a	21,65a	21,96a	22,20a	21,26a	27,75
CMO	20,70a	20,23a	21,11a	20,68a	19,62a	27,63
CPB	2,71a	2,31a	2,94a	2,45a	2,14a	47,46
CEE	0,11a	0,12a	0,13a	0,11a	0,11a	37,35
CCHO	15,73a	16,55a	16,85a	16,93a	14,64a	28,77
CFDN	8,75a	9,61a	9,14a	9,61a	8,78a	31,87
CCNF	6,86a	6,53a	7,24a	7,10a	5,75a	29,71
CNDT	12,61a	12,74a	13,72a	13,03a	11,27a	31,85

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos discordam daqueles citados por Ezequiel et al. (2005), que estudaram o efeito do tratamento alcalino da cana-de-açúcar com 1,5% de hidróxido de sódio (MN) por 24 horas sobre a digestibilidade total e o consumo de MS em bovinos mestiços (Zebu x Holandês) e verificaram que o tratamento com o álcali foi mais eficiente na fração fibra, proporcionando aumento médio de 45% na digestibilidade. O aumento de 25% no consumo de MS da dieta contendo cana hidrolisada em relação à não tratada provavelmente foi influenciado pela maior digestibilidade da fibra. Contudo, deve-se considerar que os consumos obtidos com bovinos foram extremamente baixos e talvez suficientes apenas para a manutenção.

A divergência de resultados encontrados entre trabalhos permite afirmar que o consumo é uma variável complexa que pode ser afetada por diversos fatores que interagem e passam a ser determinantes, podendo-se citar os relativos ao animal, ao alimento, à alimentação e as condições climáticas.

Avaliando o consumo de EE, observa-se que para a cana não armazenada houve diminuição no consumo com a adição de 0,5 ou 1% de cal.

Todavia, quando a cana foi armazenada por 24 horas antes do fornecimento, observou-se consumo semelhante ( $P>0,05$ ) nas silagens com ou sem cal. Observou-se também diferença significativa ( $P<0,05$ ) dentro de cada nível de cal, para os diferentes tempos de armazenamento da cana-de-açúcar; sem a adição de cal, houve queda do consumo de 7,81 para 5,42 g/dia, após 24 horas de armazenamento. Já, quando houve a adição de 0,5 ou 1% de cal na cana, houve um aumento médio no consumo de aproximadamente 44,75% quando a cana foi fornecida 24 horas após o tratamento alcalino.

Considerando a ausência de efeito de interação e dos tratamentos sobre o consumo expresso em relação ao PV, pode-se inferir que as diferenças relatadas na Tabela 4 são oriundas de diferenças no peso vivo dos animais. Assim, a adição de 0,5 ou 1% de cal e o armazenamento da cana tratada por 24 horas não trazem benefícios para o consumo dos nutrientes.

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre tempos de armazenamento e níveis de cal para as digestibilidades da MS e da MO, como pode ser observado na Tabela 6. Porém, ocorreu efeito significativo dos tempos de armazenamento e níveis de cal. Constata-se que ocorreu uma diminuição significativa na digestibilidade da MS de 68,32 para 64,84% e na digestibilidade da MO de 71,24 para 68,57% com o armazenamento da cana durante 24 horas. Possivelmente esse tempo não tenha sido suficiente para promover a hidrólise da parede celular. Contudo, essa redução na digestibilidade não era esperada.

Foi verificado comportamento linear decrescente para a digestibilidade da MS com o aumento da inclusão de cal na cana-de-açúcar. Também, Moraes (2006) verificou que a digestibilidade aparente da MS foi reduzida com o tratamento da cana-de-açúcar com 1% de cal.

A cana-de-açúcar colhida e fornecida imediatamente aos animais resultou em melhor digestibilidade da MS e da MO, em relação à cana fornecida 24 horas após o armazenamento. É possível que um elevado pH e temperatura sejam responsáveis por essa queda na digestibilidade.

Tabela 6 – Digestibilidade da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) em função de tempos de armazenamento e níveis de cal

Itens	Tempo (h)		Cal (%)			ER*	R <sup>2</sup>
	0	24	0	0,5	1,0		
DMS	68,32a	64,84b	69,15a	65,47b	65,12b	Linear	0,32
DMO	71,24a	68,57b	70,65a	68,49a	70,57a	NS	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey;  
\*Equação de Regressão:  $y = 68,5957 - 4,0322X$ .

Contrariando os dados supracitados, Silva et al. (2006) constataram aumento na digestibilidade *in vitro* da MS da cana-de-açúcar submetida ao tratamento com 1% de cal. Contudo, os valores absolutos das digestibilidades *in vitro* e *in vivo* não podem ser comparados.

Não houve efeito dos níveis de cal para a digestibilidade da MO, estimando-se valor médio de 69,95%. Esse resultado denota que a hidrólise causada pela adição de cal não foi eficiente em melhorar a digestibilidade da MO.

Na Tabela 7 podem ser verificadas as médias para as digestibilidades da PB e da FDN em função de tempos de armazenamento e níveis de cal, constatando-se que houve interação entre os fatores estudados ( $P<0,05$ ). Não foi verificado efeito dos níveis de cal ( $P>0,05$ ) para a digestibilidade da PB dentro de cada tempo de armazenamento da cana. Contudo, a digestibilidade da PB foi reduzida com o tempo de armazenamento da cana na ausência de cal.

Tabela 7 – Digestibilidade da proteína bruta (DPB) e da fibra em detergente neutro (DFDN), em função de tempos de armazenamento e níveis de cal

Itens	Tempo (h)	Cal (%)			CV (%)
		0	0,5	1,0	
DPB	0	74,10aA	69,85aA	73,01aA	4,11
	24	65,35aB	70,81aA	68,21aA	
DFDN	0	50,35aA	40,95aA	36,97aB	12,87
	24	42,45aA	46,12aA	54,99aA	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, para a mesma característica, não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste de Tukey

Avaliando-se a digestibilidade da FDN dentro de cada tempo de armazenamento, observa-se que a mesma não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos níveis de cal. Contudo, analisando-se os níveis de cal dentro de tempos de armazenamento, constata-se que a digestibilidade da FDN foi melhorada com o nível de 1% de cal na cana armazenada por 24 horas, com acréscimo de 18,02 unidades percentuais. Os resultados obtidos são diferentes dos encontrados por Moraes (2006), que observou diminuição na digestibilidade da FDN e na PB com adição à cana-de-açúcar de 1% de cal após armazenamento de 24 horas.

Como demonstrado na Tabela 8, a utilização da cal não influenciou ( $P>0,05$ ) a digestibilidade do EE e CHO. Todavia, houve aumento na digestibilidade do EE de aproximadamente 23,59 unidades percentuais, quando a cana foi armazenada por 24 horas antes de ser fornecida aos animais.

Tabela 8 – Digestibilidade do extrato etéreo (DEE) e dos carboidratos totais (DCHO), em função de tempos de armazenamento e níveis de cal

Itens	Tempo (h)		Cal (%)			CV (%)
	0	24	0	0,5	1,0	
DEE	45,33a	68,92b	70,15a	46,94a	54,27a	35,99
DCHO	49,30a	54,80a	55,89a	57,84a	42,41a	36,46

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Apesar de ter ocorrido aumento significativo na digestibilidade da FDN, a hidrólise após 24 horas advinda da adição das doses de cal estudadas não foi eficiente em aumentar a digestibilidade dos demais nutrientes e o consumo dos mesmos. Portanto, tornam-se necessários estudos com diferentes tempos de armazenamento.

#### 4. CONCLUSÃO

A adição de 0,5 ou 1% de cal e o armazenamento durante 24 horas não melhora a utilização da cana-de-açúcar *“in natura”*, contrariando assim o princípio do tratamento de volumosos com álcalis. Portanto, não se recomenda a adoção de tal prática.

## 5. LITERATURA CITADA

BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p. 922-966.

BOIN, C.; MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 805-850.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. Processamento da cana-de-açúcar: efeito sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1704-1710, 2005.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 3226-3232, 2003.

JACKSON, M.G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.

KLOPFENSTEIN, T.J. Chemical treatment of crops residues. **Journal Animal Science**, v. 46, n. 3, p. 841-848, 1978.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.

LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

MORAES, K.A.K. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado.** 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIDGEN, W.J. La caña de azúcar descortezada como pienso – um paso decisivo. **Rev. Mund. Zoot.**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 1974.

PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **J. Anim. Sci.**, v. 54, n. 4, p. 877-883, 1982.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 89-105.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 165 p.

SILVA, R.A.; CACERE, E.R.; DIAS, A.C.S. et al. Efeito da adição de cal hidratada na cana picada sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **CD-ROM...** João Pessoa: SBZ, 2006.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

## **CAPÍTULO 2**

### **SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR CONFECCIONADAS COM URÉIA E, OU, ÓXIDO DE CÁLCIO NA DIETA DE OVINOS**

#### **1. INTRODUÇÃO**

O alto potencial de produção aliado à possibilidade de fazer um único corte, sem grandes alterações no seu valor nutritivo, tem atraído a atenção dos pecuaristas para a utilização de cana-de-açúcar na produção de silagem.

Devido à dificuldade de colheita em dias chuvosos, é interessante que a cana-de-açúcar seja cortada durante a estação seca e preservada para o uso durante toda a estação chuvosa. Da mesma forma, canaviais submetidos a incêndio ou geada precisam ser utilizados rapidamente a fim de evitar a conversão da sacarose a gás carbônico, água e etanol, gerando então a necessidade de optar pelo processo de ensilagem.

Apesar da escassez de pesquisa nesta área, silagens produzidas exclusivamente com cana-de-açúcar são de baixa qualidade, resultam em rejeição às dietas, com conseqüente redução no consumo voluntário e desempenho insatisfatório dos animais (PRESTON et al., 1976; ALLI et al., 1982). A cana ensilada sem aditivos apresenta fermentação tipicamente alcoólica e perda no valor nutritivo, com diminuição na produção de ácido láctico, redução no conteúdo total de açúcares e sacarose e conseqüente

produção de etanol, devido à extensa atividade de leveduras na silagem (PRESTON et al., 1976). Esses autores verificaram redução de aproximadamente 30% no conteúdo total dos açúcares para a cana ensilada em relação à cana fresca, e teor alcoólico de 5,5% da matéria seca da silagem.

Foi relatado por Alcântara et al. (1989), diminuição no valor nutritivo da cana ensilada, com redução na digestibilidade *in vivo* da matéria seca e no consumo voluntário de carneiros alimentados com silagem em relação à forragem fresca. Nussio e Schmidt (2005) mencionaram a possibilidade de o álcool, resultante da fermentação alcoólica pela população de leveduras, ser o agente promotor de recusa do alimento pelo animal.

De acordo com Woolford (1984), os principais fatores que possibilitam o rápido desenvolvimento de leveduras nas silagens de cana são os baixos teores de matéria seca (20 a 30%) e a elevada concentração de açúcares solúveis. Porém, melhorias no processo fermentativo das silagens vêm sendo realizadas com a introdução de aditivos à cana no momento da ensilagem, com o propósito de inibir as populações microbianas indesejáveis, melhorar sua conservação e o valor nutritivo.

Várias são as especulações a respeito da ação dos aditivos nitrogenados em silagens de cana-de-açúcar. A adição de uréia visa elevar a quantidade de proteína bruta, possibilitando maiores produções de proteína microbiana pela maior disponibilidade de nitrogênio no rúmen, já que o mesmo é deficiente nessa forrageira.

O princípio da adoção da uréia como aditivo de silagens, está relacionado à possibilidade de produção de amônia, na presença de urease (DOLBERG, 1992). A amônia possui forte ação antimicrobiana, inibindo o desenvolvimento de leveduras e fungos com conseqüente redução da produção de etanol nas silagens, alterando as perdas fermentativas.

Silagens de cana tratadas com 0,5 e 1,5% de uréia, segundo Lima et al. (2002), propiciaram bom padrão de fermentação e composição bromatológica, com teor de matéria seca mais elevado e fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido mais baixos em relação à silagem exclusiva de cana.

Outros aditivos químicos comumente testados são o hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio, amônia anidra e mais recentemente o óxido de

cálcio. A justificativa para o emprego de álcalis reside no fato de a lignina de gramíneas ser susceptível ao ataque hidrolítico dos mesmos, nas ligações do tipo éster entre a lignina e a parede celular. Através da hidrólise ocorre a quebra da estrutura da fibra levando à solubilização de componentes e, por conseqüência, aumentando a digestibilidade do alimento e melhorando não só o consumo como também o desempenho animal. Esses agentes atuam ainda solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovendo o fenômeno conhecido como intumescimento alcalino da celulose, o qual consiste na expansão e ruptura das moléculas de celulose (JACKSON, 1977).

O hidróxido de sódio é um composto alcalino forte que possui ação comprovada sobre a fibra da cana-de-açúcar (EZEQUIEL et al., 2003), porém os riscos de toxicidade e o elevado custo tornam proibitivo o uso do mesmo. Ao contrário, o óxido de cálcio oferece menores risco e custo, sendo de fácil estocagem, mas possui ação hidrolítica menos intensa e seus efeitos sobre o consumo e desempenho em ruminantes não foram adequadamente estudados.

O óxido de cálcio ou cal virgem microprocessada ou micropulverizada é um produto de origem mineral que passa por um processo industrial, porém diferente da cal virgem que é utilizada em construção, a qual é inadequada para a hidrólise de volumosos e tóxica aos animais, por conter substâncias como dioxinas e furanos (CHAGAS, 2006).

Cavali (2007), estudando a influência da adição de diferentes doses de óxido de cálcio na ensilagem de cana (0; 0,5; 1; 1,5 e 2%), concluiu que houve acréscimo na degradabilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro até o nível de 1,5% de cal. Dessa forma, a ação hidrolítica desse composto possibilita alteração na estrutura da parede celular da forragem, permitindo maior acesso aos microrganismos ruminais.

Existe necessidade de mais pesquisas a fim de avaliar qual nível de cal possibilita obter melhor resposta, já que estudos sobre a degradabilidade *in situ* de silagens de cana-de-açúcar tratadas com tal aditivo são escassos na literatura.

Objetivou-se com o presente estudo estimar a composição química, e avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e a degradabilidade *in situ* de silagens de cana-de-açúcar adicionadas ou não de uréia e, ou, óxido de cálcio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. A cidade de Viçosa localiza-se na região da Zona da Mata de Minas Gerais, MG; e apresenta coordenadas geográficas de 20°45'S e 42°51'W de latitude e longitude, respectivamente, com altitude média de 651 metros. A umidade relativa média anual é de 80% e a precipitação pluviométrica de 1.341,2 mm. A temperatura média das máximas é de 26,1°C e a média das mínimas é de 14,0°C. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é Cwa (mesotérmico), com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos.

Foram utilizados 18 carneiros castrados, sem raça definida, com peso vivo médio inicial de 50 kg, previamente vermifugados e identificados por brincos. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, e alojados em gaiolas individuais de metabolismo dotadas de comedouros e bebedouros.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3x2, sendo dois níveis de uréia/sulfato de amônia (0 e 0,5% na matéria natural), três de óxido de cálcio (0; 0,5 e 1% na MN) na ensilagem da cana de açúcar, e dois períodos, com três repetições por tratamento.

A cana-de-açúcar, colhida aos 22 meses de idade, foi cortada em picadeira convencional, pesada e espalhada em piso de alvenaria. Após o

cálculo das quantidades de cal e uréia (com base na matéria verde), procedeu-se a distribuição e mistura à cana-de-açúcar até a obtenção de um volumoso homogêneo.

A mistura uréia/sulfato de amônia foi utilizada na proporção de 9:1 e o óxido de cálcio na forma de cal virgem micropulverizada, sem diluição em água.

A cana foi ensilada em seis silos tipo manilha, medindo 1x1x1m, respectivamente, altura, largura e diâmetro, com aproximadamente 600 kg em cada. A compactação do material picado foi feita por pisoteio de dois homens. Após o enchimento, procedeu-se a vedação dos mesmos com lona plástica e terra na parte superior a fim de evitar entrada de ar e água proveniente da chuva, permanecendo fechados por 70 dias.

Foram realizados dois períodos experimentais com duração de 17 dias cada um, sendo os 12 primeiros para adaptação dos animais à dieta e os cinco restantes para a coleta de amostras de alimentos, sobras e de fezes.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, sendo registradas as quantidades de alimentos fornecidos e as sobras de cada animal. Foram permitidas sobras máximas de 10%, com base na matéria natural. As amostras dos alimentos e das sobras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas para posteriores análises.

Para as coletas de fezes foram utilizadas bolsas coletoras adaptadas aos animais, as quais foram esvaziadas três vezes ao dia. Ao final do período de coletas, foram feitas amostras compostas proporcionais à produção diária na matéria pré-seca. As amostras compostas de cada animal foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, moídas em moinho de facas com peneira contendo crivos de 1 mm e armazenadas em frascos devidamente identificados.

A pré-secagem e moagem das amostras de alimentos e sobras foi procedida da mesma maneira que para as fezes. Nessas amostras foram realizadas determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e lignina, segundo Silva e Queiroz (2002); o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foi determinado conforme descrição de Licitra et al.

(1996), sendo a fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>CP</sub>), segundo Hall (2003).

Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ Cinzas})$$

Devido à presença de uréia, os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos por:

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{ PB} - \% \text{ PB}_{\text{uréia}} + \% \text{ uréia}) + \% \text{ FDN}_{\text{cp}} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinzas}]$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por:

$$\text{NDT} = \% \text{ PB}_{\text{digestível}} + \% \text{ FDN}_{\text{digestível}} + \% \text{ CNF}_{\text{digestível}} + (\% \text{ EE}_{\text{digestível}} * 2,25)$$

As dietas foram formuladas para conterem aproximadamente 10% de PB. Em todas as dietas foi adicionado 6% de farelo de soja e naquelas em que a cana não foi ensilada com uréia, adicionou-se 1,5% da mesma na base da MS. A proporção dos ingredientes fornecida aos animais de cada tratamento, com base na matéria natural, está mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes, com base na matéria natural, para os diferentes tratamentos

Ingredientes	Cana	0,5% uréia	0,5% uréia		0,5% cal	1% cal
			0,5% cal	1% cal		
Silagem	92,50	94,00	94,00	94,00	92,50	92,50
Far. Soja	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Uréia/SA <sup>1</sup>	1,50	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup> Uréia/Sulfato de Amônia (9:1).

Na Tabela 2 é mostrada a composição bromatológica do farelo de soja, da uréia/sulfato de amônia e das silagens de cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos e na Tabela 3 a composição bromatológica das dietas experimentais.

Tabela 2 – Composição bromatológica do farelo de soja (FS), da uréia/sulfato de amônia (U/AS) e das silagens de cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos

Itens	FS	U/SA <sup>1</sup>	Cana	0,5% uréia	0,5% uréia		0,5% cal	1% cal
					0,5% cal	1% cal		
MS	86,73	100,00	20,36	23,01	25,96	21,78	21,75	24,23
MO <sup>2</sup>	93,81	100,00	92,53	92,17	90,86	85,81	91,10	86,91
PB <sup>2</sup>	52,03	252	3,09	8,74	8,17	8,44	3,19	3,15
NIDN <sup>3</sup>	4,24	-	3,51	6,37	2,02	1,84	6,61	7,01
EE <sup>2</sup>	1,14	-	0,92	0,88	0,79	1,01	0,82	0,59
CHO <sup>2</sup>	40,64	-	88,51	82,53	82,40	76,35	87,07	83,17
FDN <sup>2</sup>	14,62	-	70,92	65,89	62,27	57,11	57,57	53,95
FDN <sub>cp</sub>	11,35	-	66,29	61,90	58,15	51,48	53,94	48,78
FDA <sup>2</sup>	9,56	-	42,37	41,75	45,34	38,60	42,12	37,52
LIG <sup>2</sup>	2,35	-	7,06	7,36	8,00	6,79	7,55	6,20
CNF	29,29	-	22,23	24,16	26,87	28,60	33,15	34,39

<sup>1</sup> Uréia/Sulfato de Amônia (9:1); <sup>2</sup>% MS; <sup>3</sup> % N total.

Tabela 3 - Composição bromatológica das dietas experimentais

Itens	Cana	0,5% uréia	0,5% uréia		0,5% cal	1% cal
			0,5% cal	1% cal		
MS	25,54	26,83	29,61	25,68	26,82	29,12
MO <sup>1</sup>	92,72	92,27	91,04	86,29	91,40	87,52
PB <sup>1</sup>	9,76	11,34	10,80	11,06	9,85	9,82
NIDN <sup>2</sup>	3,50	6,24	2,15	1,98	6,37	6,74
EE <sup>1</sup>	0,92	0,90	0,33	1,02	0,83	0,61
CHO <sup>1</sup>	73,06	85,64	80,02	79,89	82,98	79,37
FDN <sup>1</sup>	66,48	62,81	59,41	54,56	54,13	50,78
FDN <sub>cp</sub>	62,00	58,87	55,34	49,07	50,58	45,80
FDA <sup>1</sup>	39,77	39,82	43,19	36,86	39,53	35,28
LIG <sup>1</sup>	6,67	7,06	7,66	6,52	7,12	5,88
CNF	22,32	24,47	27,02	28,64	32,42	33,57

<sup>1</sup> % MS; <sup>2</sup> % N total.

Os dados obtidos para consumo e a digestibilidade dos nutrientes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa SAEG, versão 8.0 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 2000).

Amostras de silagens foram também moídas em peneira de 2 mm a fim de posteriormente realizar o estudo da degradabilidade *in situ* da MS e da FDN.

Para o estudo da degradabilidade *in situ* dos nutrientes foram utilizados dois bovinos fistulados no rúmen, mantidos em regime de estabulação e alimentados com concentrado e silagem de milho à vontade.

As amostras de silagem de cana foram moídas em peneira de 2 mm e 2 g de amostras de cada silagem colocadas em sacos de náilon medindo 10 x 5 cm, com porosidade de 50 micras, a fim de manter uma relação próxima de 20 mg de MS/cm<sup>2</sup> de área do saco.

As amostras foram incubadas por intermédio da fístula ruminal, sendo os sacos fixados à uma corrente de aço com peso na extremidade, permitindo a imersão das amostras no conteúdo ruminal. Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 144 horas, sendo os sacos colocados em tempos diferentes e em duplicatas para serem retirados ao mesmo tempo, com o intuito de promover lavagem uniforme do material após ter sido retirado do rúmen.

Após a incubação, os sacos foram lavados em água corrente até que esta se apresentasse limpa, levados então à estufa a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente determinada a MS pela diferença de peso. A FDN dos resíduos da incubação foi obtida conforme Silva e Queiroz (2002).

A degradação da MS foi calculada por meio da equação proposta por Orskov e McDonald (1979):

$$D = A + B * [1 - \text{Exp} (-k_d * t)]$$

em que  $D$  é fração degradada no tempo (%);  $A$ , fração solúvel (%);  $B$ , fração insolúvel potencialmente degradável (%);  $k_d$ , taxa de degradação da fração  $B$  (h<sup>-1</sup>); e  $t$ , variável independente tempo (h)

A degradabilidade da FDN foi estimada com o uso do modelo proposto por Mertens e Loften (1980):

$$D = B_p * \text{Exp} (-k_d * ( t - L ) + I$$

em que  $B$  é fração potencialmente degradável (%);  $I$ , fração indegradável (%);  $L$ , período de latência ou tempo de colonização;  $k_d$ , taxa de degradação da fração  $B$  ( $\text{h}^{-1}$ ); e  $t$ , variável independente tempo (h).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica das silagens de cana-de-açúcar tratadas ou não com cal e, ou, uréia encontra-se na Tabela 2. Pode-se observar que tanto a adição de uréia, cal ou ambos, permitiu uma elevação no teor de matéria seca (MS), em comparação à silagem exclusiva de cana. Segundo Andrade et al. (2001), esse aumento é devido à introdução de aditivo, o qual pode melhorar o padrão de fermentação do material ensilado.

O mesmo não foi verificado por Queiroz (2006), uma vez que a inclusão de 1% de uréia na silagem de cana-de-açúcar resultou em teor de MS menor (22,38%) em relação à silagem sem aditivo (23,01%).

Dolberg (1992) relatou que a reação de ureólise e síntese de amônia são condições essenciais para ação efetiva da uréia como aditivo capaz de inibir fermentações indesejáveis e minimizar a perda de MS em silagens de cana-de-açúcar. Contudo, os fatores que desencadeiam essa reação nesse tipo de forragem não estão completamente entendidos, mas parecem estar intimamente ligados à atividade de urease microbiana.

Balieiro Neto et al. (2005) avaliaram a utilização de doses de cal na ensilagem de cana e como consequência do processo fermentativo, obtiveram teores de MS diferentes entre as silagens sem e com cal: 23,83; 24,77; 25,46 e 27,17%, para silagens sem e com 0,5; 1 e 2 % de cal (MN), respectivamente.

A cana que foi ensilada com 1% de cal, com ou sem uréia, obteve o menor teor de matéria orgânica (MO), e conseqüentemente maior teor de matéria mineral (MM). Esse fato é devido ao elevado teor mineral da cal.

O teor de MM da silagem exclusiva de cana foi de 7,47%, sendo esse valor próximo aos 7,37% encontrados por Kung Junior e Stanley (1982), em silagem com cana colhida com um ano de crescimento vegetativo.

Pedroso et al. (2005) afirmaram existir um aumento no teor de MM em função do tempo de fermentação da silagem, sendo que este tende a estabilizar depois dos 15 primeiros dias de estocagem. Para os mesmos, as diferenças de concentração de MM estão mais relacionadas às perdas gasosas resultantes de fermentações. Porém, Queiroz (2006) não observou correlação significativa para esse fato.

As diferenças entre os teores de proteína bruta (PB) observados nos tratamentos podem ser justificadas pelo aumento do teor de nitrogênio não protéico vindo da adição de uréia.

Os tratamentos sem uréia em sua composição apresentaram valores esperados, de acordo com trabalhos já publicados, com uma média de 3,14% de PB. Pedroso (2003) verificou teores de PB de 4,3 e 9,9% para silagem controle e adicionada de 0,5% de uréia (MN). Esses valores são superiores aos do presente estudo, possivelmente devido ao maior teor de PB verificado pelo autor na cana-de-açúcar (4,0%).

As silagens adicionadas de uréia e, ou, cal apresentaram menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) em relação à silagem controle, sendo que a adição de 1% de cal resultou no valor mais expressivo, com uma queda de aproximadamente 17,0 unidades percentuais.

Pedroso et al. (2005) relataram aumentos nos teores de FDN e fibra em detergente ácido (FDA), de 49,6 e 32,5% na cana "*in natura*" para 72,9 e 45,8% no material com 180 dias de conservação, respectivamente. Valores similares foram observados para a silagem exclusiva de cana-de-açúcar (70,92 e 42,37%).

Zeoula et al. (1995) afirmaram que embora as enzimas microbianas presentes no rúmen tenham a capacidade de hidrolisar a celulose, há dificuldade de acesso das mesmas aos pontos em que é possível a ruptura do polímero celulósico, devido ao fato das ligações químicas com a lignina

fazerem com que a celulose e a hemicelulose percam suas propriedades higroscópicas, resultando em diminuição da taxa e extensão da digestão da fibra.

De acordo com Reis et al. (1993), os produtos alcalinos agem sobre a fração fibrosa dos volumosos promovendo uma ruptura das pontes de hidrogênio, levando a uma expansão das moléculas de celulose que se tornam mais susceptíveis à ação das enzimas celulolíticas. Provocam ainda, a solubilização da hemicelulose em função do rompimento das ligações do tipo éster da hemicelulose com a lignina.

A adição de 0,5% de uréia em relação à silagem controle possibilitou a redução de aproximadamente 5,0 unidades percentuais no teor de FDN. O tratamento químico com nitrogênio não protéico eleva os conteúdos de nitrogênio, e assim aumenta a disponibilidade para os microrganismos ruminais (SOUZA et al., 2001). Outro efeito é que a amônia provoca alterações benéficas na fração fibrosa do volumoso, geralmente mais expressivo sobre a FDN, em consequência da solubilização parcial da hemicelulose (PIRES, 2000).

Junqueira (2006) estudou o efeito da uréia em silagem de cana nas doses de 1; 1,5 e 2% (MN), e o maior teor de FDN (75,0%) verificado foi com a adição da menor dose de uréia. Como já citado, esse fato pode ser devido à capacidade da uréia em solubilizar a hemicelulose da fibra.

Dessa forma, a utilização de doses de uréia maiores que 0,5% talvez tivesse proporcionado melhores resultados no presente trabalho. Existe, portanto, a necessidade de mais pesquisas com relação à ensilagem de cana-de-açúcar com uréia e a interação desta com o óxido de cálcio, em diferentes doses.

A maior concentração dos componentes da fibra na MS das silagens ocorre devido às perdas de carboidratos solúveis durante a fermentação (PEDROSO, 2003).

A inclusão de 1% de cal á ensilagem, com ou sem uréia, resultou em queda de aproximadamente 10% no teor de FDA, em relação à silagem de cana sem aditivo.

Valores similares de FDN e FDA foram obtidos por Queiroz (2006), os quais foram de 73,7 e 45,61% para silagem exclusiva de cana e de 65,25 e 41,4% para silagem adicionada de 1% de uréia.

Trabalhos têm mostrado aumentos, reduções ou nenhuma alteração nos teores de FDA, celulose e lignina promovidos pela amonização (CARVALHO et al., 2006).

O teor de lignina das silagens não foi alterado pela adição de cal e, ou, uréia, registrando-se valor médio de 7,16%. O mesmo foi constatado por Cavali (2007), em que o teor médio de lignina nas silagens foi de 7,3% e não foi influenciado pelos níveis de cal estudados (0,5; 1; 1,5 e 2% MN).

Foram observados valores semelhantes aos de Pedroso (2003) de FDN, FDA, lignina e PB, os quais foram de 70,3; 44,6; 6,63 e 2,89%, respectivamente, para cana sem aditivo ensilada por 90 dias. Para a silagem aditivada com 0,5% de uréia, foram registrados menores valores de FDN (57,7%) e semelhantes de FDA e lignina (39,7 e 7,03%), em comparação ao presente experimento.

Os carboidratos totais (CHO) sofreram redução devido à adição de uréia e, ou, cal na ensilagem, possivelmente em decorrência da ação hidrolítica destes na fração fibrosa da cana-de-açúcar ensilada.

Houve queda de aproximadamente 6,0 unidades percentuais no teor de CHO, advinda da adição de 0,5% de uréia na ensilagem da cana. A silagem composta por 0,5% de uréia e 1% de cal foi a que apresentou menor valor para esse parâmetro, com uma redução de 12,16 unidades percentuais em relação à silagem controle.

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de uréia e de cal na silagem de cana para os consumos de MS, MO, PB, extrato etéreo (EE), CHO, FDN, carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em g/dia, cujas médias estão apresentadas na Tabela 4. Na ausência de uréia, observa-se que o consumo de todos os nutrientes foi menor ( $P < 0,05$ ) nas silagens sem cal, com exceção da FDN e EE, cujas médias não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4 – Consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) expressos em g/dia, em função de níveis de uréia e cal

Itens	Uréia (%)	Cal (%)			CV (%)
		0	0,5	1,0	
CMS	0	618,07bA	853,79aA	1006,90aA	14,50
	0,5	748,86bB	964,75aA	816,85abB	
CMO	0	579,28bA	782,80aA	919,80aA	14,94
	0,5	690,31bA	885,88aA	699,64bB	
CPB	0	66,03bA	98,31aA	111,04aA	13,98
	0,5	86,95bB	108,68aA	102,81abA	
CEE	0	6,34aA	7,37aA	6,16aA	17,00
	0,5	7,66bB	3,07cB	10,30aB	
CCHO	0	558,26bA	749,98aA	838,39aA	14,34
	0,5	619,43bA	804,96aA	611,29bB	
CFDN	0	419,43aA	455,97aB	502,29aA	14,38
	0,5	477,87abA	581,26aA	444,67bA	
CCNF	0	149,57bA	274,36aA	319,05aA	19,02
	0,5	140,12bA	212,24aB	162,19abB	
CNDT	0	361,16bA	508,82aA	577,87aA	18,58
	0,5	417,90aA	529,56aA	411,19aB	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, para a mesma característica, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Na presença de uréia, os consumos de MS, MO, PB e CHO foram menores ( $P < 0,05$ ) na silagem sem cal, enquanto o consumo de FDN foi maior ( $P < 0,05$ ) com 0,5% de cal, em relação ao nível com 1% de cal, e o consumo de NDT não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de cal.

Avaliando-se níveis de cal dentro de uréia, observa-se que na ausência de cal foram registrados menores ( $P < 0,05$ ) consumos de MS, PB e EE, naquelas silagens sem uréia. A utilização de 0,5% de cal não afetou ( $P > 0,05$ ) os consumos de MS, MO, PB, CHO e de NDT na presença ou ausência de uréia, porém os consumos de FDN foram maiores ( $P < 0,05$ ) e os de CNF e EE menores ( $P < 0,05$ ) na presença de 0,5% de uréia. Já, quando se utilizou 1% de cal na ensilagem da cana, os consumos de MS, MO, CHO, NDT e CNF foram reduzidos ( $P < 0,05$ ) na presença de uréia, enquanto os consumos de PB e de FDN não foram influenciados ( $P > 0,05$ ).

Para silagem exclusiva de cana-de-açúcar, o consumo dos nutrientes pelos animais (g/dia), com exceção do EE e NDT, foi numericamente mais baixo comparando-se com outros tratamentos testados, confirmando que o fornecimento de silagem de cana sem aditivos causa uma redução no consumo de nutrientes, podendo resultar em queda também no desempenho animal.

Nussio e Schmidt (2005) mencionaram a possibilidade de o álcool, resultante da fermentação alcoólica pela população de leveduras, ser o agente promotor de recusa do alimento pelo animal. Alcântara et al. (1989) verificaram diminuição de 34% no consumo de carneiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar elaborada sem aditivos, cujo teor de etanol dessa silagem foi 6,6 vezes maior do que os das silagens tratadas com aditivos.

Porém, Queiroz (2006) concluiu que a uréia adicionada à forragem na ensilagem não foi efetiva em controlar a produção de etanol e as perdas ocorridas na fermentação, embora tenha promovido alterações positivas na composição química da silagem com a redução no teor de FDN. Schmidt (2006) observou que o consumo em bovinos de corte não foi influenciado significativamente pela adição de 0,5% de uréia na MN, quando comparado com silagem de cana sem aditivo.

Não houve interação entre níveis de uréia e cal na ensilagem da cana para os consumos, expressos em g/kg PV, de MS, PB, FDN e NDT, cujas médias estão apresentadas na Tabela 5. Observa-se que a adição de uréia nas

silagens de cana-de-açúcar não apresentou efeito positivo significativo nos consumos desses nutrientes ( $P>0,05$ ). Com relação aos níveis de cal nas silagens, a adição de 0,5 ou 1% aumentou o consumo de MS e de PB em aproximadamente 28,85% e 33,10%, respectivamente ( $P<0,05$ ), e não alterou os consumos de FDN e NDT ( $P>0,05$ ).

Tabela 5 – Consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e dos nutrientes digestíveis totais (CNDT), em g/kg PV em função de níveis de uréia e cal

Itens	Uréia (%)		Cal (%)			CV (%)
	0	0,5	0	0,5	1,0	
CMS	14,95a	16,05a	13,00b	16,71a	16,79a	22,67
CPB	1,66a	1,88a	1,45b	1,90a	1,96a	21,86
CFDN	8,35a	9,52a	8,54a	9,58a	8,69a	22,88
CNDT	8,74a	8,58a	7,42a	9,54a	9,03a	25,91

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Houve interação entre níveis de uréia e cal na ensilagem da cana para os consumos de MO, EE, CHO e CNF, expressos em g/kg PV, cujos valores estão apresentados na Tabela 6.

Na ausência de uréia, observou-se menores ( $P<0,05$ ) consumos de MO, CHO e CNF nas silagens sem cal, enquanto que o de EE não foi alterado. Já, na presença de uréia os consumos de MO e CHO não foram alterados ( $P>0,05$ ) pela adição dos níveis de cal, enquanto os consumos de EE foram menores ( $P<0,05$ ) com 0,5% de cal em relação à ausência ou 1% de cal e os consumos de CNF foram maiores ( $P<0,05$ ) com 0,5% de cal em relação à silagem de cana sem cal.

Tabela 6 – Consumo de matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHO) e carboidratos não fibrosos (CCNF), em g/kg PV, em função de níveis de uréia e cal

Itens	Uréia (%)	Cal (%)			CV (%)
		0	0,5	1,0	
CMO	0	10,99bA	13,74abA	16,63aA	23,09
	0,5	13,16aA	16,93aA	13,12aB	
CEE	0	0,12aA	0,13aA	0,11aB	26,31
	0,5	0,15aA	0,06bB	0,19aA	
CCHO	0	10,57bA	13,11abA	15,15aA	22,67
	0,5	11,81aA	15,41aA	11,48aB	
CCNF	0	2,86bA	4,73aA	5,80aA	28,15
	0,5	2,68bA	4,11aA	3,05abB	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, para a mesma característica, não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Avaliando-se os níveis de cal dentro de uréia, observa-se que na ausência de cal, os consumos de MO, EE, CHO e CNF não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão de uréia. A utilização de 0,5% de cal afetou ( $P<0,05$ ) o consumo de EE que foi menor na presença de 0,5% de uréia. Já, quando se utilizou 1% de cal na ensilagem da cana, os consumos de MO, CHO e CNF foram reduzidos ( $P<0,05$ ) na presença de uréia.

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios para as digestibilidades de MS, MO, PB, CHO e FDN em função de níveis de uréia e cal. Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre esses fatores para nenhuma das digestibilidades avaliadas.

Tabela 7 – Digestibilidade média da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN) e carboidratos totais (DCHO), em função de níveis de uréia e cal

Itens	Uréia (%)		Cal (%)			CV (%)
	0	0,5	0	0,5	1,0	
DMS	50,22a	51,15a	49,72a	50,23a	52,11a	14,05
DMO	54,68a	54,51a	53,38a	54,43a	55,98a	15,90
DPB	71,18a	71,65a	72,79a	72,00a	69,45a	8,67
DCHO	56,02a	52,96a	53,91a	54,37a	55,20a	16,17
DFDN	39,24b	44,98a	43,60a	40,97a	41,76a	17,86

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Com exceção da digestibilidade da FDN, que aumentou de 39,24 para 44,98%, não foi verificado efeito positivo da adição de 0,5% de uréia na ensilagem de cana. Também não houve efeito dos níveis de cal na digestibilidade dos nutrientes. Dessa forma, pode-se inferir que a cal não promoveu uma hidrólise eficiente para aumentar a digestibilidade dos nutrientes.

Trabalhando com bovinos de corte, Schmidt (2006) também não verificou diferença significativa na digestibilidade da MS, MO e FDN para silagens de cana com ou sem 0,5% de uréia (MN).

Valvasori et al. (1997) avaliaram rações contendo silagens de cana (60% da MS) e níveis crescentes de uréia no concentrado, em ensaio com ovinos mantidos em gaiolas de metabolismo e não verificaram efeito de tratamento sobre o consumo e a digestibilidade da MS.

Lucci et al. (2003) analisaram a digestibilidade aparente em ovinos alimentados com cana-de-açúcar “*in natura*” ou ensilada, adicionada ou não de 0,5 ou 1% de uréia e verificaram que a digestibilidade da MS da cana “*in natura*” com ou sem uréia foi superior ( $P<0,01$ ) à da silagem. Os autores verificaram ainda, que dentro da silagem, os níveis de uréia empregados não

apresentaram diferenças significativas. Contudo, para a cana “*in natura*”, a digestibilidade da MS apresentou aumento linear com o aumento dos níveis de uréia. Esse aumento é devido à maior disponibilidade de nitrogênio para a digestão de elevada quantidade de sacarose presente na cana (NOCEK, 1988; RUSSEL et al., 1992).

Assim, pode-se inferir que o incremento na digestibilidade da MS da cana-de-açúcar “*in natura*” pode ser alcançado com o emprego de maiores quantidades de nitrogênio. Estes fatos demonstram que a deficiência acentuada da cana-de-açúcar em nitrogênio, como apontada por Preston (1977), resulta na redução do aproveitamento da forragem, podendo explicar alguns valores baixos de digestibilidade da MS obtidos com a forrageira insuficientemente suplementada com nitrogênio, tais como os valores de 30 a 58% registrados por Pedreira (1962).

No caso da silagem, a adição de uréia nem sempre tem resultado em respostas significativas, conforme verificado no presente trabalho. Contudo, Lucci et al. (2003) trabalhando com silagem de cana tratada com 0; 0,5 e 1% de uréia, verificaram que a digestibilidade da FDN aumentou linearmente com o incremento da uréia. Estes dados confirmam a necessidade de mais estudos com relação à confecção de silagem de cana de boa qualidade, e o ajuste de um nível de uréia e, ou, de outros aditivos que tragam resultados satisfatórios para a produção de ruminantes.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis de uréia e cal na cana-de-açúcar para a digestibilidade do EE (Tabela 8). Na ausência de uréia, a digestibilidade do EE não foi influenciada pelos níveis de cal, enquanto na presença de uréia, a mesma foi reduzida ( $P < 0,05$ ) com a utilização de 0,5% de cal na ensilagem. Na ausência de cal, a digestibilidade do EE não foi influenciada pela presença de uréia, enquanto que para o nível de 0,5% de cal, decaiu e com 1% de cal se elevou ( $P < 0,05$ ) pela presença de uréia.

Os parâmetros da fração solúvel (*A*), da fração insolúvel potencialmente degradável (*B*) e da taxa de degradação da fração *B* ( $K_d$ ) para a degradabilidade da MS das silagens de cana-de-açúcar encontram-se na Tabela 9. Nota-se que a fração *A* foi numericamente maior para as silagens de cana-de-açúcar adicionadas de óxido de cálcio, observando-se valores de 47,04% e 41,73% para silagens com 0,5 e 1,0% de cal, respectivamente.

Tabela 8 – Digestibilidade média do extrato etéreo (DEE) em %, em função de níveis de uréia e cal

Item	Uréia (%)	Cal (%)			CV (%)
		0	0,5	1,0	
DEE	0	78,62aA	76,19aA	76,30aB	18,11
	0,5	77,70aA	38,17bB	89,10aA	

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha, e letras maiúsculas iguais na mesma coluna, para a mesma característica, não diferem entre si ( $P>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Tabela 9 – Estimativas dos parâmetros da degradabilidade ruminal da MS das silagens de cana-de-açúcar em função de níveis de uréia e cal

Silagens	Parâmetros			R <sup>2</sup>
	A	B	K <sub>d</sub>	
Cana+0,5%uréia	32,51	23,73	0,0348	0,925
Cana+0,5%uréia+0,5%cal	34,89	29,14	0,0326	0,962
Cana+0,5%uréia+1%cal	32,31	37,68	0,0421	0,958
Cana	26,63	31,80	0,0303	0,986
Cana+0,5%cal	47,04	25,74	0,0391	0,993
Cana+1%cal	41,73	35,42	0,0249	0,996

A = fração solúvel (%); B = fração insolúvel potencialmente degradável (%); k<sub>d</sub> = taxa fracional de degradação (h<sup>-1</sup>) (%/hora) e R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Schmidt (2006), estudando a degradabilidade *in situ* de silagens de cana aditivada com 0,5% de uréia; 0,1% de benzoato de sódio e aditivo microbiano, verificou que o maior valor obtido para a fração A, de 31,0%, foi na cana ensilada com uréia. Porém, não houve diferença entre os tratamentos para a fração B.

Os parâmetros relativos à fração potencialmente degradável (B), à fração indigestível (I), ao tempo de latência (L) e à taxa de degradação da fração B ( $K_d$ ) para a degradabilidade da FDN das silagens de cana-de-açúcar, encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 – Estimativas dos parâmetros da degradabilidade ruminal da FDN e respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para as silagens de cana-de-açúcar em função de níveis de uréia e cal

Silagens	Parâmetros				$R^2$
	B	I	L	$K_d$	
Cana+0,5%uréia	36,56	53,90	0,49	0,0389	0,984
Cana+0,5%uréia+0,5%cal	29,76	48,18	0,79	0,0363	0,955
Cana+0,5% uréia+1%cal	53,80	32,54	1,45	0,0245	0,992
Cana	36,94	51,19	2,56	0,0368	0,986
Cana+0,5%cal	45,87	41,37	0,08	0,0363	0,973
Cana+1%cal	52,15	36,04	0,95	0,0378	0,966

B = fração insolúvel potencialmente degradável (%); I = fração indegradável (%); L: tempo de colonização e  $k_d$  = taxa fracional de degradação ( $h^{-1}$ ) (%/hora).

Observa-se que os menores valores numéricos estimados para a fração *I* foram obtidos quando se utilizou 1% de cal na presença (32,54%) ou na ausência de uréia (36,04%). Sendo que o valor para a fração *I* da silagem exclusiva de cana foi de 51,19%, pode-se inferir que a utilização de 1% de cal na ensilagem da cana reduz a fração indigestível da FDN em aproximadamente 33%.

De acordo com o exposto acima, Balieiro Neto et al. (2006) também constatou que a adição de 1% de cal na cana “*in natura*” foi eficiente em elevar a degradabilidade da fibra.

A degradabilidade *in situ* em ovinos foi estudada por Lucci et al. (2006) em cana ensilada ou fresca com adição de uréia (0; 0,5 ou 1%). Foi observado que a adição de níveis crescentes de uréia não apresentou resultados suficientemente satisfatórios para permitir sua indicação, pelo fato da degradabilidade da FDN das silagens ter diminuído de forma linear com o emprego de maiores níveis de uréia. Os autores relataram que uma das explicações para este fato seria a menor disponibilidade de energia no rúmen, na forma de amido, para suportar melhor aproveitamento do N-NH<sub>3</sub> ruminal.

Cavali (2007), estudando a influência da adição de diferentes doses de cal em silagem de cana (0; 0,5; 1; 1,5 ou 2%) verificou taxas de degradação ( $K_d$ ) média de MS e FDN de 0,017 h<sup>-1</sup> e 0,014 h<sup>-1</sup>, respectivamente, as quais foram numericamente inferiores em relação às observadas no presente estudo. Este autor verificou valores maiores para a fração *B* e menores para a fração *I* para cana-de-açúcar ensilada com 0; 0,5 e 1% de cal.

Foram encontrados valores semelhantes aos de Cavali (2007) para o tempo de colonização (*lag time*) nas silagens tratadas com 0, 0,5 e 1% de cal.

Silagens de cana-de-açúcar apresentam baixa taxa de degradação ( $K_d$ ) da FDN (Tabela 10), afetando conseqüentemente o consumo pelos animais. O valor encontrado para essa taxa da cana “*in natura*” está próximo ao constatado por Azevedo et al. (2003), que variou entre 0,02 a 0,03 h<sup>-1</sup>.

Valores elevados para a fração *I* da cana “*in natura*” foram relatados por Azevedo et al. (2003), de 52,4 a 61,7%, próximo ao encontrado nesse estudo (51,19%). Essas variações podem ser devido às diferenças existentes entre cultivares.

Apesar de a cana-de-açúcar apresentar elevada fração A (açúcares solúveis), o que provavelmente suportaria rápido crescimento microbiano no rúmen, a mesma apresenta baixa taxa de degradação ruminal da fibra potencialmente degradável (Pereira et al., 2001), o que pode levar à redução da ingestão de MS e da disponibilidade de energia, limitando a produção dos animais (FERNANDES et al., 2001).

Existe necessidade de mais pesquisas a fim de avaliar qual nível de cal possibilita obter melhor resposta, já que Cavali (2007), estudando a adição desse composto nas doses de 0 a 2%, concluiu que houve acréscimo na degradabilidade da MS e da FDN até o nível de 1,5% de cal.

#### **4. CONCLUSÃO**

A inclusão de uréia e, ou, cal, nas doses estudadas, no momento da ensilagem não aumenta a digestibilidade dos nutrientes.

Silagens de cana-de-açúcar apresentam baixa taxa de degradação da FDN, afetando assim o consumo pelos animais. Porém, a adição de 1% de cal, na presença ou não de uréia, possibilita obter os menores valores para a fração indigestível da FDN.

## 5. LITERATURA CITADA

ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. et al. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with or without NaOH. 4. Ruminant kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 323-331, 1989.

ALLI, I.; BAKER, B.E. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 7, p. 411-417, 1982.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com uréia e adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **CD-ROM...** Piracicaba: SBZ, 2001.

AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, 2003.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.; NOGUEIRA, J.R. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar CV IAC 86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia, GO. **CD-ROM...** Goiânia: SBZ, 2005.

BALIEIRO NETO, G.; PAZ, C.C.P.; NOGUEIRA, J.R. Estabilidade aeróbia e perdas de matéria seca de variedades de cana-de-açúcar *in natura* tratada com óxido ou hidróxido de cálcio. In: ZOOTEC, 2006, Recife. **Anais...** Recife, PE, 2006.

CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2007. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHAGAS, G. Cana hidrolisada garante alimentação bovina no inverno. **Journal UNESP**, Jaboticabal, v. 19, n. 203. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/203/cana.php>>. Acesso em: 20 out. 2006.

DOLBERG, F. Progress in the utilization of urea-ammonia treated crop residues: nutritional dimensions and application of the technology on small farms. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 130-145.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; MENDES, A.R. et al. Taxa de passagem, consumo, e digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar in natura ou hidrolisada, em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **CD-ROM...** Santa Maria: SBZ, 2003.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 1350-1357, 2001.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 3226-3232, 2003.

JACKSON, M.G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.

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. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 689-696, 1982.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.

LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **CD-ROM...** Recife: SBZ, 2002.

LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; LOPES, R. et al. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) *in natura* ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 60, n. 1, p. 47-53, 2003.

LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; CAPEZZUTO, A. et al. Digestibilidade *in situ* de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) nas formas natural ou ensilada, adicionadas ou não de uréia. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 502-509, 2006.

MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **J. Dairy Sci.**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agronômicos e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 193-218.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, n. 1, p. 449-453, 1979.

PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. **Boletim da Indústria Animal**, v. 20, n. único, p. 301-6, 1962.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.

PIRES, A.J.V. **Bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento**. 2000. 65 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Trop. Anim. Prod.**, v. 2, n. 2, p. 125-142, 1977.

PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugarcane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v. 1, p. 120-126, 1976.

QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem, e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. et al. Amonização de resíduos de culturas de inverno. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 787-793, 1993.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Ensilagem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratada com doses de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **CD-ROM...** Goiânia: SBZ, 2005.

RUSSEL, J.B. Minimização de perdas de nitrogênio pelos ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, 1992. p. 232-252.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 229 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 165 p.

SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, supl. 1, p. 983- 991, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**: Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. 150 p. (Manual do usuário).

VALVASORI, E.; ZANETTI, M.A.; MELOTTI, L. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar através do ensaio de digestibilidade (aparente) com ovinos. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 54, n. 1, p. 75-79, 1997.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N. et al. 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, v. 24, n. 1, p. 38-48, 1995.

## CONCLUSÕES GERAIS

A adição de 0,5 ou 1% de cal e o armazenamento durante 24 horas não melhora a utilização da cana-de-açúcar *“in natura”*.

Silagens de cana-de-açúcar apresentam baixa taxa de degradação da FDN. Porém a adição de 1% de cal, na presença ou não de uréia, possibilita obter os menores valores para a fração indigestível da FDN.

Existe necessidade de mais estudos relacionados ao uso de aditivos tanto para a cana-de-açúcar *“in natura”* como para ensilagem da mesma, a fim de alcançar melhores resultados na produção de ruminantes.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. et al. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminal Kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 323-331, 1989.
- ALLI, I.; BAKER, B.E. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 7, p. 411-417, 1982.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 9, p. 291-299, 1983.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 9, p. 1169-1174, 2001.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R.A. et al. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com uréia e adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **CD-ROM...** Piracicaba: SBZ, 2001.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. et al. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandesas x zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 1016-1026, 1995.

AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S. et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, 2003.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.; NOGUEIRA, J.R. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar CV IAC 86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia, GO. **CD-ROM...** Goiânia: SBZ, 2005.

BALIEIRO NETO, G.; PAZ, C.C.P.; NOGUEIRA, J.R. Estabilidade aeróbia e perdas de matéria seca de variedades de cana-de-açúcar *in natura* tratada com óxido ou hidróxido de cálcio. In: ZOOTEC, 2006, Recife. **Anais...** Recife, PE, 2006.

BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p. 922-966.

BOIN, C.; MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 805-850.

CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M. et al. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 928-935, 1999.

CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2007. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F. et al. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **CD-ROM...** Recife: SBZ, 2002.

CHAGAS, G. Cana hidrolisada garante alimentação bovina no inverno. **Journal UNESP**, Jaboticabal, v. 19, n. 203. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/203/cana.php>>. Acesso em: 20 out. 2006.

DOLBERG, F. Progress in the utilization of urea-ammonia treated crop residues: nutritional dimensions and application of the technology on small farms. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 130-145.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; MENDES, A.R. et al. Taxa de passagem, consumo, e digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar in natura ou hidrolisada, em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **CD-ROM...** Santa Maria: SBZ, 2003.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. Processamento da cana-de-açúcar: efeito sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1704-1710, 2005.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 1350-1357, 2001.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 3226-3232, 2003.

JACKSON, M.G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.

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. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

KLOPFENSTEIN, T.J. Chemical treatment of crops residues. **Journal Animal Science**, v. 46, n. 3, p. 841-848, 1978.

KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatment. In: HUBER, J.T. (Ed.). **Upgrading residues and by-products for animals**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p. 40-60.

KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 689-696, 1982.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.

LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **CD-ROM...** Recife: SBZ, 2002.

LOZADA, H.; ARANDA, E.; ALDERETE, R. et al. Consumo voluntário de cana de açúcar tratada com hidróxido de sódio. **Trop. Anim. Prod.**, v. 4, n. 1, p. 49-52, 1979.

LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; LOPES, R. et al. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) *in natura* ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 60, n. 1, p. 47-53, 2003.

LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; CAPEZZUTO, A. et al. Digestibilidade *in situ* de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) nas formas natural ou ensilada, adicionadas ou não de uréia. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 502-509, 2006.

MARTE, J.A.; OLIVO, F.; DEB HOVELL, F.D. The digestibility of chopped sugar cane supplemented with molasses or wheat bran. **Trop. Anim. Prod.**, v. 3, n. 1, p. 56-61, 1978.

MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.

MORAES, K.A.K. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NAUFEL, F.; GOLDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim Napier na alimentação de vacas leiteiras. **Bol. Industr. Anim.**, São Paulo, v. 26, n. único, p. 9-22, 1969.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **J. Dairy Sci.**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agrônômicos e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 193-218.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20, 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 187-205.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v. 92, n. 1, p. 449-453, 1979.

PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. **Boletim da Indústria Animal**, v. 20, n. único, p. 301-6, 1962.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.

PIDGEN, W.J. La caña de azúcar descortezada como pienso – um paso decisivo. **Rev. Mund. Zoot.**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 1974.

PIRES, A.J.V. **Bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento**. 2000. 65 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 877-883, 1982.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Trop. Anim. Prod.**, v. 2, n. 2, p. 125-142, 1977.

PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugarcane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v. 1, p. 120-126, 1976.

QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem, e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 89-105.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. et al. Amonização de resíduos de culturas de inverno. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 787-793, 1993.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Ensilagem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratada com doses de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **CD-ROM...** Goiânia: SBZ, 2005.

RUSSEL, J.B. Minimização de perdas de nitrogênio pelos ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, 1992. p. 232-252.

RUSSELL, B.J.; O’CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3581, 1992.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 229 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, SP.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, C.M.B.; RODRIGUES, A.A. et al. Produtividade, composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar, com e sem adição de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **CD-ROM...** Campo Grande: SBZ, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 165 p.

SILVA, L.D.F.; CASTRO, V.S.; MORI, R.M. et al. Degradabilidade “*in situ*” de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp), farelo de algodão e torta de girassol em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, CD ROM, 2005.

SILVA, R.A.; CACERE, E.R.; DIAS, A.C.S. et al. Efeito da adição de cal hidratada na cana picada sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **CD-ROM...** João Pessoa: SBZ, 2006.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. 2005. 91 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP.

SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, A. et al. Interações entre inoculantes microbianos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **CD-ROM...** Campo Grande: SBZ, 2004.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, supl. 1, p. 983- 991, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**: Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. 150 p. (Manual do usuário).

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 32, n. 4, p. 224-228, 1995.

VALVASORI, E.; ZANETTI, M.A.; MELOTTI, L. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar através do ensaio de digestibilidade (aparente) com ovinos. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 54, n. 1, p. 75-79, 1997.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Corvallis: O&B Books, 1994. 373 p.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N. et al. 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, v. 24, n. 1, p. 38-48, 1995.