



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**CAMPUS DE ITAPETINGA**

**CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM ÓXIDO DE CÁLCIO E**  
**SUBMETIDA A DIFERENTES MÉTODOS DE PRÉ-SECAGEM**

**THASIA MARTINS MACEDO**

**ITAPETINGA-BA**  
**2010**

**Thasia Martins Macedo**

Cana-de-açúcar Tratada com Óxido de Cálcio e  
Submetida a Diferentes Métodos de Pré-secagem

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do  
Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Itapetinga – BA,  
para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de  
Concentração em Produção de Ruminantes.

Professor Orientador: D.Sc. Aureliano José Vieira Pires  
Professor Co-orientador: D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva  
D.Sc. Paulo Bonomo

**ITAPETINGA-BA  
2010**

633.2 Macedo, Thasia Martins.

M125c Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem. / Thasia Martins Macedo. – Itapetinga, BA: UESB, 2010.

52p.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Aureliano José Vieira Pires e como co-orientadores Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof. D. Sc. Paulo Bonomo.

1. Cana-de-açúcar – Nutrição animal. 2. Cana-de-açúcar – Pré-secagem – Métodos. 3. Ruminantes – Alimentação alternativa – Cana-de-açúcar. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Bonomo, Paulo. V. Título.

**CDD(21): 633,2**

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região

Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Cana-de-açúcar – Nutrição animal
2. Cana-de-açúcar – Pré secagem – Métodos
3. Ruminantes – Alimentação alternativa – Cana-de-açúcar
4. Cana-de-açúcar – Valor nutritivo – Aditivos químicos – Usos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem".

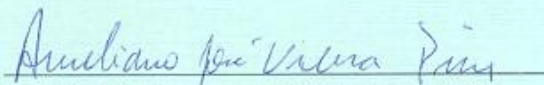
**Autor (a):** Thasia Martins Macedo

**Orientador (a):** Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

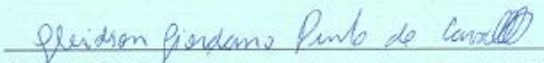
**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Prof. Dr. Paulo Bonomo

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires - UESB



Prof. Dr. Gleidson Jordano Pinto de Carvalho - UFBA



Prof. Dr. Cláudia de Paula Rezende - CEPLAC

Data de realização: 17 de agosto de 2010.

*“Quanto mais vivo, profundamente me convenço de que o que faz a diferença entre o homem e outro homem é a energia, uma determinação invencível, uma decisão tomada e mantida até a vitória final.”*

*Fowell Buxton*

Aos meus amados pais, Amintas Nunes Macedo Filho e Edésia Maria Lopo Lisboa,  
pelo apoio em meus estudos, pelo amor que me dedicaram e pelos bons exemplos de  
vida que contribuíram para a formação do meu caráter e de meus valores.

Aos meus irmãos adoráveis, Jean Carlos, Ludimila, Mayara e Thamyres, pelo amor,  
pela amizade, pela torcida nesta caminhada e alegria que me passam a cada sorriso.

À minha fofoquíssima sobrinha, Bruna Emanuelly, que me faz sorrir das coisas mais  
simples.

À minha querida Madrinha Dioclídia, pelo carinho e pelas orações diárias que me  
fortalece a cada dia.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, meu porto seguro, fonte de paz, amor e luz, agradeço pelo dom da vida e por me guiar sempre pelo caminho do bem. Sem Ti eu nada seria;*

*À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em especial ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida para a realização deste curso;*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro do projeto e pela concessão da bolsa de estudo;*

*Ao meu orientador, Prof. Aureliano José Vieira Pires, pela orientação inestimável, pela atenção, acessibilidade, apoio e pelo exemplo de conduta experimental;*

*Aos meus co-orientadores, professores Paulo Bonomo e Fabiano Ferreira Silva, pela sua gentileza e sua atenção em estar sempre nos ajudando;*

*A todos os professores da pós-graduação, pelos ensinamentos compartilhados;*

*À Estação Experimental do Extremo Sul da Bahia – ESSUL, em especial à Dr<sup>a</sup> Cláudia de Paula Rezende, pela convivência harmoniosa, amizade e, particularmente, pela sua contribuição ao meu desenvolvimento pessoal e profissional;*

*Aos meus queridos amigos de curso, Alyson, Antídio (Netão), Aracele (Mini), Claithiane (Keu), Danilo (minha autarquia máxima), Dirlane (Dinha), Fabiano (Gaya), Fabricio, Gleiton, José Augusto, Laaina, Luzyane, Luiz Eduardo (Luizinho), Milton (Miltin), Paulo (Paulinho) e Wenderson, que tornaram agradável cada dia de estudo e a estadia em Itapetinga;*

*Aos amigos Rodrigo, Alex e Jú, pela amizade e apoio na condução do experimento com os novilhos;*

*Aos “meus irmãos” Leandro (Leozinho) e Daiane (Daí), pela amizade, apoio e conselhos nas análises químicas em laboratório;*

*Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura e Pastagem, meu estimado amigo José Queiroz (Zé), pela amizade e pela fundamental ajuda na condução das análises e pelas conversas descontraídas “resenhas” na hora do cafezinho. À Loura, agradeço pela sua gentileza em nos proporcionar esse cafezinho;*

*À secretária da Pós-graduação, Maisa, pela clareza e precisão nas informações e por nos atender sempre disposta;*

*À Claithiane, amiga, colega, companheira, que com muito carinho abriu as portas da sua casa, proporcionando momentos de muita alegria, juntamente com sua família (Vô Benites, Ianca, Tia Lua, Tio João e Buiú), a nossa amizade e convivência foi essencial ao meu amadurecimento, jamais será esquecida;*

*Ao Antônio Ferraz, Dicastro, Georgénes em especial, Danilo, por me receberem com carinho na república;*

*Aos meus amigos, Antônio Eustáquio (Tunico) e Paulo Eduardo (Dudu), que me incentivaram para minha vinda à UESB;*

*A todos aqueles que me receberam com muito carinho em suas vidas;*

*Aos meus queridos familiares que torceram e acreditaram nesta conquista;*

*Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com a realização deste trabalho.*

***Que Deus os abençoe imensamente.***



## **BIOGRAFIA**

*THASIA MARTINS MACEDO, filha de Amintas Nunes Macedo Filho e Edésia Maria Lopo Lisboa, nasceu em 30 de outubro de 1983, na cidade de Pirapora – MG.*

*Concluiu o curso de graduação em Zootecnia em Dezembro de 2006, na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba – MG.*

*Em março de 2008, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, Concentração na Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - Itapetinga – BA.*

*Em 17 de agosto de 2010, defendeu a presente dissertação.*

## RESUMO

MACEDO, T.M. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem.** Itapetinga-BA: UESB, 2009. 52p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

O experimento foi conduzido para avaliar o valor nutritivo e a degradabilidade da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes de óxido de cálcio (CaO) e submetida a diferentes métodos de pré-secagem. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 4 x 3, com quatro doses de CaO (0, 1, 2 e 3% da matéria natural) e três métodos de pré-secagem (estufa de ar forçado a 60°C, forno de micro-ondas e liofilizador) com quatro repetições. Na primeira etapa, aproximadamente 3 kg de cana-de-açúcar foi acrescida do aditivo e armazenada por 24 horas em baldes plásticos. O teor de matéria seca (MS) e a matéria mineral (MM) aumentaram linearmente com a adição do CaO, enquanto os teores de lignina e hemicelulose diminuíram. O teor de proteína e celulose não foi afetado pela adição de CaO na cana-de-açúcar. Menores reduções da fibra em detergente neutro foram constatadas, quando adicionadas maiores doses de CaO. As doses de CaO promoveram redução nos teores de carboidratos totais e acréscimo nos valores de degradabilidade da matéria seca da cana-de-açúcar. A adição de CaO não influenciou na fração de carboidratos não fibrosos. Os métodos de pré-secagem não alteraram as variáveis estudadas. Na segunda etapa, foi avaliado os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, nas doses de 0, 1, 2 e 3% (com base na matéria natural). Amostras da cana-de-açúcar, obtidas na etapa anterior, foram incubadas no rúmen de três novilhos por períodos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas, sacos de náilon contendo amostras de 2,5 g/ saco. Observou-se valor de 80,7% de degradabilidade potencial para cana-de-açúcar tratada com 3% de CaO, ao passo que os demais tratamentos foram de 63,4; 72,4 e 76,7% para 0; 1 e 2%, respectivamente. Os resultados da fração degradável para fibra em detergente neutro (FDN) e para fibra em detergente ácido (FDA), no tratamento com 3% de CaO, foram de 59,7 e 59,9%, respectivamente, enquanto a cana sem aditivo apresentou valores de degradação de 44,5% para FDN e de 39,5% para FDA. Houve incremento nos parâmetros da degradabilidade da matéria seca da fração solúvel em água “a” de 37,5 vs 46,8% da cana sem aditivo para a cana-de-açúcar com a dose de 3% de CaO. Para a degradabilidade da fibra em detergente ácido, foi observado efeito semelhante ao da degradabilidade da fibra em detergente neutro, cujos valores da fração potencialmente degradável “b” corresponderam a 64,2 e 68,7%, respectivamente, na dose de 3% de CaO.

**Palavra chave:** aditivo, forragem, *Saccharum officinarum* L, tratamento alcalino

---

\* Orientador: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Fabiano Ferreira da Silva e Paulo Bonomo, *D.Sc.*, UESB

## ABSTRACT

Macedo, Thasia Martins. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, **Sugar cane treated with calcium oxide in different methods of pre-drying**. Itapetinga-BA: UESB, 2010. 52p. Master - Dissertation in zootechnical - Concentration area - Ruminant Production)\*

The experiment was conducted to evaluate the nutritive value and degradability of sugar cane treated with increasing doses of calcium oxide (CaO) and subjected to different methods of pre-drying. We used a randomized design in a factorial scheme 4 x 3 with four rates of CaO (0, 1, 2 and 3% fresh matter) and three methods of pre-drying (forced air oven at 60°C, a micro oven and freeze drying) with four replications. In the first stage approximately 3 kg of cane sugar was added the additive and stored for 24 hours in plastic buckets. The dry matter (DM) and mineral matter (MM) increased linearly with the addition of CaO, while the lignin and hemicellulose decreased. The content of protein and cellulose was not affected by adding CaO in cane sugar. Smaller reductions of neutral detergent fiber were observed when larger doses of CaO added. Doses of CaO promoted a reduction in levels of total carbohydrates and increase in the values of dry matter degradability of cane sugar. The addition of CaO did not influence the fraction of non-fiber carbohydrates. The methods of pre-drying did not alter these variables. In the second phase evaluated the parameters of rumen degradation of dry matter, neutral detergent fiber and acid detergent fiber of sugar cane treated with calcium oxide at doses of 0, 1, 2 and 3% (with in natural matter). Samples of cane sugar obtained in the previous step were incubated in the rumen of three steers for 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 and 144 hours, nylon bags containing samples of 2, 5 g / bag. Observed value of 80.7% degradability potential for sugar cane treated with 3% CaO, whereas the other treatments were 63.4, 72.4 and 76.7% for 0, 1 and 2% respectively. Fraction results for degradable neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in the treatment with 3% CaO were 59.7 and 59.9% respectively, while the cane without additive, showed values of degradation of NDF and 44.5% to 39.5% for ADF. There was an increase in the parameters of degradability of dry water-soluble fraction "a" of 37.5 vs. 46.8% of the cane without additive for cane sugar with a dose of 3% CaO. For the degradation of acid detergent fiber were observed effect similar to the degradability of neutral detergent fiber, where the values of the potentially degradable "b" correspond to 64.2 and 68.7% respectively at a dose of 3% CaO.

**Keywords:** additive, forage, *Saccharum officinarum* L, alkaline treatment

---

\* Adviser:, Aureliano José Vieira Pires D.Sc., UESB e Co-advises: Fabiano Ferreira da Silva D,Sc., UESB e Paulo Bonomo D,Sc., UESB

## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo 1:</b>		<b>Página</b>
<b>Tabela 1 -</b>	Composição químico-bromatológica, digestibilidade <i>in situ</i> da matéria seca e grau brix da cana-de-açúcar .....	22
<b>Tabela 2 -</b>	Médias de matéria seca, matéria mineral e de proteína bruta da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) em função de três métodos de pré-secagem (estufa, microondas e liofilizador), interação do óxido de cálcio e pré-secagem e coeficiente de variação (CV) .....	25
<b>Tabela 3 -</b>	Médias dos constituintes de parede celular da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) em função de três métodos de pré-secagem (estufa, microondas e liofilizador), interação do óxido de cálcio e pré-secagem e coeficiente de variação (CV) .....	28
<b>Tabela 4 -</b>	Médias dos carboidratos totais e carboidratos não fibrosos da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) em função de três métodos de pré-secagem (estufa, microondas e liofilizador), interação do óxido de cálcio e pré-secagem e coeficiente de variação (CV) .....	33
<b>Capítulo 2:</b>		
<b>Tabela 1 -</b>	Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar após tratada com óxido de cálcio (CaO).....	41
<b>Tabela 2 -</b>	Parâmetro de degradabilidade ruminal da matéria seca (DMS), da fibra em detergente neutro (DFDN) e da fibra em detergente ácido (DFDA) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) .....	43

## LISTA DE FIGURAS

<b>Capítulo 1:</b>		Página
<b>Figura 1 -</b>	Teor de matéria seca (MS) da cana-de-açúcar em função das doses de óxido de cálcio sobre o teor de matéria seca MS (%) da cana-de-açúcar na matéria natural .....	26
<b>Figura 2 -</b>	Teor de cinza da cana-de-açúcar tratada em função das doses de óxido de cálcio (CaO).....	26
<b>Figura 3 -</b>	Teores de lignina e hemicelulose da cana-de-açúcar em função das doses crescentes de óxido de cálcio (CaO).....	29
<b>Figura 4 -</b>	Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar submetida a doses de óxido de cálcio (CaO) .....	30
<b>Figura 5 -</b>	Degradabilidade da matéria seca (DEGMS) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO).....	31
<b>Figura 6 -</b>	Teor de carboidratos totais (CT) da cana-de-açúcar em função das doses de óxido de cálcio (CaO) .....	34
<b>Capítulo 2:</b>		
<b>Figura 1 -</b>	Degradabilidade da matéria seca (DMS) da cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio (CaO).....	45
<b>Figura 2 -</b>	Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) .....	46
<b>Figura 3 -</b>	Degradabilidade da fibra em detergente ácido (DFDA) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) .....	47

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	14
1.1 REFERÊNCIA .....	16
CAPITULO 1: Valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem .....	17
Resumo .....	17
Abstract .....	18
Introdução .....	19
Material e Métodos .....	21
Resultados e Discussão .....	24
Conclusões .....	35
Referências.....	36
CAPITULO 2: Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio .....	38
Resumo .....	38
Abstract .....	39
Introdução .....	40
Material e Métodos .....	41
Resultados e Discussão .....	43
Conclusões .....	49
Referências.....	50

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, as pastagens constituem a maneira mais prática e econômica de fornecer alimento aos ruminantes. Porém, aproximadamente 80% da matéria seca das forragens produzidas nas pastagens durante o ano estão disponíveis na estação quente e chuvosa, tornando a estação fria e seca num período crítico no qual a produção de forragem é insuficiente (BALIEIRO et al., 2007).

A utilização da cana-de-açúcar como volumoso suplementar para seca baseia-se, sobretudo, em critérios econômicos, por constituir-se uma opção competitiva, quando comparada às outras fontes de volumosos. Segundo Nussio et al. (2006), a cana tem apresentado resultados que asseguram sua posição consolidada, prevalecendo como uma das opções mais interessantes para minimizar o custo das rações e do produto animal e maximizar a projeção de receita líquida da atividade.

As vantagens do uso da cana-de-açúcar como volumoso para animais ruminantes são amplamente difundidas e já tradicionais (SCHMIDT et al., 2006), embora evidências contundentes de erros de manejo se traduzam em baixo consumo voluntário, decorrente de limitações nutricionais, tais como: baixo teor de proteína e minerais e alto teor de fibra de baixa degradação ruminal, resultando em baixo desempenho produtivo. A fração fibrosa da cana-de-açúcar representa uma fonte potencial de energia para os ruminantes, porém seu aproveitamento é limitado devido à estrutura da parede celular que limita a digestão microbiana no rúmen.

O uso de aditivos químicos para melhorar o valor nutritivo da cana-de-açúcar e de seus subprodutos tem sido amplamente estudado em todo país (PIRES et al., 2004; EZEQUIEL et al., 2005; CARVALHO et al., 2006). A justificativa para a utilização de álcalis reside no fato de a lignina de gramíneas ser particularmente susceptível ao ataque de hidrolítico dos mesmos, nas ligações covalentes do tipo éster entre a lignina e a parede celular (VAN SOEST, 1994).

Contudo, admite-se que sua adição possa alterar a integridade estrutural dos componentes da parede celular, promovendo a clivagem das ligações de hidrogênio, resultando na expansão das moléculas de celulose; afetando a pressão osmótica, bem como sua capacidade em reter água; resultando no aumento da pressão intracelular, provocando a lise celular com consequente liberação dos nutrientes para o meio extracelular; e favorecendo, portanto, o crescimento microbiano (CASTRO NETO, 2006).

O óxido de cálcio, entretanto, tem despertado interesse em pesquisadores, pois nos últimos anos é crescente o número de trabalhos realizados com este aditivo na cana-de-açúcar (BALIEIRO NETO et al., 2007; CAVALI, 2006; MORAES, 2006; RIBEIRO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007). Apesar desse produto apresentar menor eficiência em relação ao hidróxido de sódio (NaOH), este tem sido preferido devido ao fato do NaOH apresentar maior

possibilidade de contaminação do ambiente, além de provocar riscos à saúde humana no momento do manuseio.

Santos et al. (2006) relataram a importância de se buscar novos aditivos e, ao utilizarem o óxido de cálcio (CaO) na cana-de-açúcar, avaliaram a composição da fração fibrosa e observaram que as maiores doses, 1,0 e 1,5% de CaO, utilizadas foram capazes de promover alterações nos componentes da parede celular e redução do desaparecimento de frações orgânicas solúveis.

As razões para um diferente comportamento entre análise química e o desempenho de animais, quando alimentados com cana-de-açúcar tratada com CaO, pode estar nas alterações que ocorrem no método de pré-secagem em estufa com temperatura a 60°C por 72 h. Esta temperatura de pré-secagem pode melhorar a eficiência do CaO na atuação na parede celular com redução da FDN e melhoria na digestibilidade, uma vez que o alimento fornecido aos ruminantes não passa por este processo. Daí a necessidade de avaliar os outros métodos de pré-secagem, que irá resultar em valores nutritivos do alimento que mais se assemelhe ao ser fornecido ao animal.

O experimento foi conduzido para avaliar o valor nutritivo e a degradabilidade da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem.



## 1.1. REFERÊNCIAS

- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Oxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, A.F.; FREIRE, M.A.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.
- CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. Belo Horizonte, 2006, 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com oxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. Viçosa, 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. 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.
- MORAES, K.A.K. de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas como cana-de-açúcar tratada com oxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. Viçosa, 2006, 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais
- NUSSIO, L.G.; SCHIMIT, P.; SCHOGO, A.L.B.; MARI, L.S. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, III., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia/UFV, 2006, p.277-319.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A.; ÍTAVO, L.C.V. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; PINHO, B.D.; CARVALHO, G.G.P.de. Teor de matéria seca e constituintes da parede celular da cana-de-açúcar hidrolisada com aditivos alcalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaticabal. **Anais...** Jaticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. Avaliação de constituintes da parede celular de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) in natura tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SBZ, 2006.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G. Produção e utilização de cana-de-açúcar pra bovinos leiteiros: Novas demandas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2, Lavras, 2004. **Anais...** UFLA: SINLEITE, p.57-109, 2004.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES A.J.V.; ROTH, M. de T.P.; ROTH, A.P. de T.P. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

## CAPITULO 1

### **Valor Nutritivo da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem**

#### RESUMO

Avaliou-se o valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio (CaO) e submetida a diferentes métodos de pré-secagem. Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro doses de CaO (0, 1,0; 2,0; e 3,0% da matéria natural) e três métodos de pré-secagem (estufa de ar forçado a 60°C, forno de micro-ondas e liofilizador) com quatro repetições. Amostras de 3 kg de cana-de-açúcar foram acondicionadas em baldes plásticos, em seguida, adicionados a quantidade de CaO e armazenadas por 24 horas. Os teores de matéria seca e matéria mineral da cana-de-açúcar aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) com a adição do CaO, enquanto os constituintes da parede celular (lignina, hemicelulose) diminuíram ( $P < 0,05$ ), quando adicionadas as maiores doses de CaO. Entretanto, para proteína não houve alterações. Os menores valores de fibra em detergente neutro foram observados nas maiores doses de CaO. As doses de CaO promoveram redução nos teores de carboidratos totais e acréscimo nos valores de degradabilidade da matéria seca da cana-de-açúcar. A adição de CaO na cana-de-açúcar não influenciou na fração de carboidratos não fibrosos. Os métodos de pré-secagem não alteraram as variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** forragem, processamento, tratamento alcalino, volumoso

---

\* Orientador: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Fabiano Ferreira da Silva e Paulo Bonomo, *D.Sc.*, UESB

## CHAPTER 1

### **Nutritive value of the dealt sugarcane with calcium oxide and different methods of pre-drying**

#### ABSTRACT

We evaluated the nutritional value of sugar cane treated with doses of calcium oxide (CaO) and subjected to different methods of pre-drying. We used a completely randomized factorial scheme 4 x 3 with four rates of CaO (0, 1,0; 2,0 and 3,0% natural matter) and three methods of pre-drying (air oven forced to 60°C, oven and microwave lyophilizer) with four replications. Samples of 3 kg of cane sugar were placed in plastic buckets, then added the amount of CaO and stored for 24 hours. The dry matter and mineral matter of cane sugar increased linearly ( $P < 0,05$ ) with the addition of CaO, while the cell wall constituents (lignin, hemicellulose) decreased ( $P < 0,05$ ) when added the higher rates of CaO. However, for protein were not affected. The lower values of neutral detergent fiber were observed at higher doses of CaO. Doses of CaO promoted a reduction in levels of total carbohydrates and increase in the values of dry matter degradability of cane sugar. The addition of CaO in cane sugar did not influence the fraction of non-fiber carbohydrates. The methods of pre-drying did not alter these variables.

**Keywords:** forage, processing, alkaline treatment, roughage

---

\* Adviser:, Aureliano José Vieira Pires D.Sc., UESB e Co-advises: Fabiano Ferreira da Silva D.Sc., UESB e Paulo Bonomo D.Sc., UESB

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar apresenta grande destaque como alternativa na suplementação animal no período da seca. As vantagens do uso como suplemento volumoso para bovinos são amplamente difundidas (SCHMIDT et al. 2006). No entanto, apresenta características que limitam a sua utilização, principalmente, pelo fato de que a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) é baixa, limitando o consumo pelo enchimento, além do baixo valor proteico (MAGALHÃES, 2001),

A baixa digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar está relacionada à alta concentração de lignina e à sua ligação com os carboidratos estruturais (hemicelulose e celulose) que impedem a ação dos microrganismos ruminais sobre estes carboidratos. Assim, tratamentos com produtos álcalis, visando aumentar a viabilidade de uso na cana-de-açúcar, tem sido estudado (CARVALHO et al., 2006; PIRES et al., 2006 e RIBEIRO et al., 2009), indicando a eficiência das substâncias químicas na melhora da qualidade do volumoso.

Inúmeros agentes químicos vem sendo pesquisados ao longo dos anos (PIRES et al., 2004 (NH<sub>3</sub> e N<sub>2</sub>S); PIRES et al., 2006 (NaOH); SILVA et al., 2008 (NH<sub>2</sub>COONH<sub>2</sub> – ureia), e o óxido de cálcio (cal micropulverizada) ou cal hidratada (hidróxido de cálcio – Ca(OH)<sub>2</sub>) como substituto ao NaOH, em razão de seu menor poder corrosivo, que diminui os riscos operacionais e os danos aos maquinários (MORAES et al., 2008). Além dessas vantagens, o óxido de cálcio pode reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis (BALIEIRO NETO et al., 2007).

Santos et al. (2006) relataram a importância de se buscar novos aditivos para esse fim e, ao utilizarem o óxido de cálcio na cana-de-açúcar, avaliaram a composição da fração fibrosa e observaram que este álcali foi capaz de promover alterações nos componentes da parede celular e redução do desaparecimento de frações orgânicas solúveis.

A justificativa para o emprego de álcalis reside no fato de a lignina de gramíneas ser particularmente susceptível ao ataque de hidrolítico dos mesmos, nas ligações covalentes do tipo éster entre a lignina e a parede celular (VAN SOEST, 1994).

Resultados na prática demonstram uma redução nos teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina, porém, pesquisas relatam que, em termos de qualidade, não há resultados que comprovem que o CaO, quando utilizado como aditivo na cana-de-açúcar *in natura*, resulte em aumentos no desempenho animal (MORAES et al., 2008; FREITAS et al., 2008).

Este fato pode ser resultante da forma como é realizada a pré-secagem do material, uma vez que há possibilidade deste material, quando submetido à pré-secagem em estufa de ar forçado a 60°C por 72 horas, ter um aumento de tempo em contato com o aditivo em

determinada temperatura, e que as alterações não impeçam a continuidade da reação provocada pelo aditivo.

Todavia, se faz necessário o uso de avaliações com outros métodos de pré-secagem como: forno de micro-ondas e liofilizador e, desta forma, obter o tratamento de pré-secagem mais eficiente, ou seja, aquele que irá resultar em dados de valor nutritivo que mais se assemelhe às condições do alimento ao ser fornecido para os animais.

Realizou-se este experimento com o objetivo de avaliar o valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na cidade de Itapetinga, BA.

Foi utilizado um esquema fatorial 4 x 3, com quatro doses de óxido de cálcio (0, 1, 2 e 3% da matéria natural) e três métodos de pré-secagem (estufa de ventilação à 60°C, forno de micro-ondas e liofilizador). As doses do aditivo foram aplicadas com base na matéria natural (MN) da cana-de-açúcar, em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições por tratamento.

O cultivar da cana-de-açúcar utilizado foi a RB-72454, aos 18 meses, com 18° brix, oriunda do Campus Universitário Juvino Oliveira, Itapetinga – Bahia. A forrageira foi colhida manualmente. Ainda no campo, realizou-se a mensuração do grau brix por intermédio de um refratômetro manual.

Inicialmente a forrageira foi desintegrada em ensiladeira estacionária, regulada para fracionar em partículas de 2 cm, em seguida homogeneizadas. Amostras de cana-de-açúcar fresca (3 kg) foram acondicionadas em baldes de polietileno com capacidade de 10L e então calculada a quantidade de CaO a ser adicionada nas concentrações de 0, 1, 2 e 3% na MN. A composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* pode ser verificada na (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica, digestibilidade *in situ* da matéria seca e grau brix da cana-de-açúcar

Item	(%)
Matéria seca	25,8
Proteína bruta <sup>1</sup>	2,7
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	63,0
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	51,1
Hemicelulose <sup>1</sup>	11,9
Celulose <sup>1</sup>	40,8
Lignina <sup>1</sup>	10,3
Digestibilidade da matéria seca 48h	60,2
Matéria mineral <sup>1</sup>	4,4
°Brix	18,0

<sup>1</sup> em percentagem da matéria seca

O CaO foi adicionado na forma micropulverizado, isento de furanos e dioxinas. As doses de CaO foram aplicadas à cana-de-açúcar, com homogeneização constante dentro dos baldes de polietileno. Depois de homogeneizado, o material foi mantido armazenado nos baldes, que permaneceram abertos, em local coberto por 24 horas. Após o período de tratamento, amostras foram coletadas, devidamente identificadas, empacotadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer para posteriores análises laboratoriais.

Para o método de pré-secagem em estufa de ar forçado, a temperatura foi regulada para 60°C, as amostras permaneceram por aproximadamente 72 horas. Foram realizadas também a pré-secagem, utilizando o forno de microondas e o liofilizador. Quando utilizando o forno de micro-ondas, as amostras foram aquecidas até atingir o peso constante (SILVA & QUEIROZ, 2005).

As amostras obtidas nos diferentes métodos de pré-secagem foram moídas em moinho tipo Willey, em peneira de malha de 1 mm e, posteriormente, foram reservadas para futuras análises bromatológicas.

Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina, matéria mineral e extrato etéreo (EE), conforme metodologia de Silva e Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados conforme Sniffen et al. (1992).

A digestibilidade foi avaliada pelo método de incubação *in situ*, por um período de 48 horas, utilizando-se um novilho mestiço Holandês × Indubrasil, com 280 kg de peso corporal, castrado, devidamente identificado e canulado no rúmen. As amostras utilizadas na incubação ruminal foram moídas em peneira com crivos de 2 mm e acondicionadas em sacos de tecido-não-tecido (TNT), de 5 × 5 cm, em quantidade de aproximadamente 0,5g de MS/saco, buscando-se manter relação próxima de 20 mg de MS/cm<sup>2</sup> de área superficial do saco. Após 48 horas de incubação ruminal, os sacos foram lavados manualmente em água corrente, secos em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, e imediatamente pesados, e por diferença foi calculada a digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS).

Os resultados obtidos relativos foram submetidos à análise de variância e regressão, considerando como fontes de variação os diferentes métodos de pré-secagem, as diferentes doses de óxido de cálcio e a interação métodos e doses, testados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa estatístico SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável MS foi verificado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas para doses de CaO, sendo observado aumento linear da mesma em função da adição das doses de CaO na cana-de-açúcar. Este resultado pode ser justificado em função da MS do aditivo (CaO) de 100%, o que fez elevar os valores para esta variável (Tabela 2).

Os resultados obtidos são semelhantes aos descritos por Ribeiro et al. (2009), que trabalharam com cana-de-açúcar tratada com CaO e NaOH (0; 0,75; 1,5 e 2,25% na matéria natural), e verificaram que os teores de MS aumentaram linearmente com o aumento das doses de CaO e NaOH, sendo que os maiores aumentos foram para a cana-de-açúcar tratada com NaOH. No entanto, Pires et al. (2006) não observaram efeito para essa variável em função das doses (0; 2,5; 5 e 7,5% na MS) de uma solução 2:1 de água:NaOH no bagaço de cana-de-açúcar, provavelmente, por terem trabalhado com a inclusão de solução.

Para matéria mineral (MM), houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) em função das doses de CaO, o que era esperado, pois o óxido de cálcio apresenta significativo teor de Ca. Verificou-se que, para cada unidade de CaO na MN da cana-de-açúcar, houve um aumento de 3,66 unidades no teor de MS (Figura 2).

Corroborando com resultados apresentados neste trabalho, Oliveira et al. (2008), ao utilizarem uma mistura da cal hidratada nas proporções de 0; 0,5 e 0,6% para 2 litros de água em 100 kg de cana-de-açúcar, observaram aumentos na MM de 2,45, 4,20 e 4,46%, respectivamente, na MS da cana-de-açúcar, no entanto, a quantidade de cálcio presente na cal, não foi suficiente para causar o efeito hidrolisante necessário sobre os teores dos nutrientes da cana-de-açúcar, em especial da fração fibrosa.

Tabela 2 - Teores de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) em função de três métodos de pré-secagem (estufa, microondas e liofilizador), interação do óxido de cálcio e pré-secagem e coeficiente de variação (CV)

Item	Dose (% da MN <sup>1</sup> )				Pré-secagem			CaO	Efeito		CV (%)
	0	1	2	3	Estufa	Microondas	Liofilizador		Pré-secagem	CaO x Pré-secagem	
Matéria seca (%)	25,6	26,7	28,3	29,3	27,4	27,4	27,5	4,6	linear	ns	4,6
Matéria mineral <sup>2</sup>	4,4	8,6	12,4	15,4	9,8	10,1	10,6	4,3	linear	ns	4,3
Proteína bruta <sup>2</sup>	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,6	2,7	4,6	ns	ns	4,6

<sup>1</sup> MN: matéria natural

<sup>2</sup> % matéria seca

ns: não significativo a 5% de probabilidade

Verificou-se efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) das doses sobre o teor de MS (Figura 1), nas quais, para cada unidade de inclusão do CaO, houve um aumento de 1,36 unidades no teor de MS.

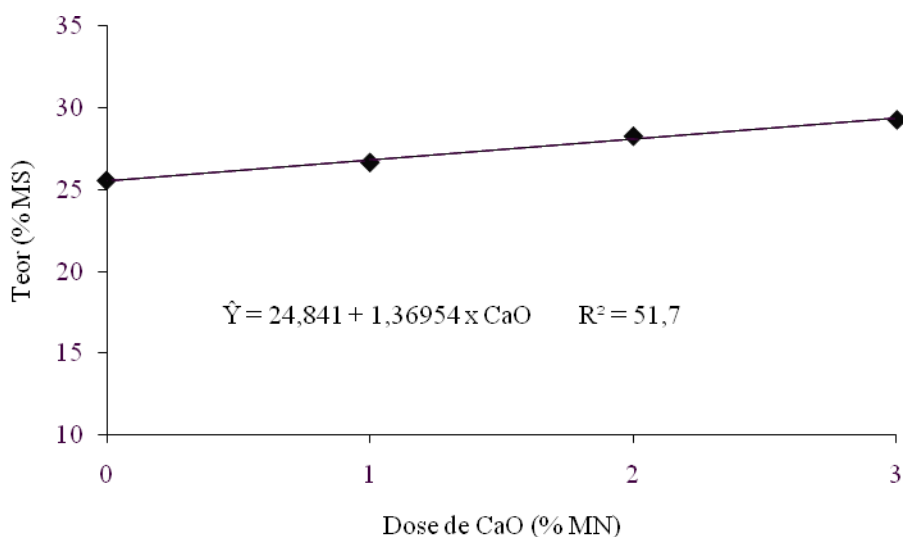


Figura 1 – Teor de matéria seca (MS) da cana-de-açúcar em função das doses de óxido de cálcio sobre o teor de matéria seca MS (%) da cana-de-açúcar na matéria natural

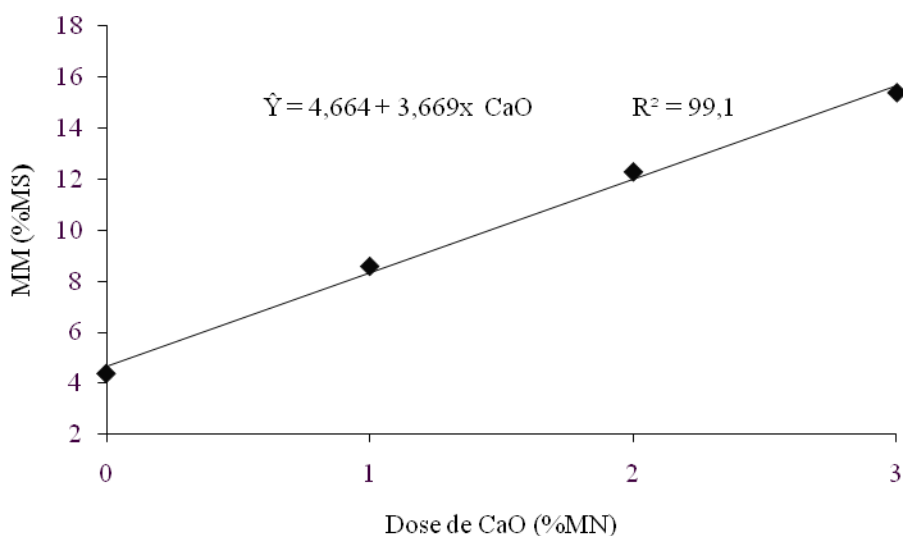


Figura 2 – Teor de cinza da cana-de-açúcar tratada em função das doses de óxido de cálcio (CaO)

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) de interação, nem de métodos de pré-secagem ou de doses de CaO, quando a variável estudada foi PB (Tabela 2), o valor médio calculado pelo teor de

nitrogênio total (NT), multiplicado por 6,25, correspondeu a 2,7% PB, que pode ser considerado comum, visto que não foi adicionada fonte externa de nitrogênio.

O baixo teor de PB na cana-de-açúcar é uma característica comum nesta forrageira, sendo retratada quando Azevedo et al. (2003) avaliaram três variedades de cana-de-açúcar, e destacaram a pouca contribuição dos teores de PB da cana na formulação de rações a base deste volumoso.

A ausência de elementos no óxido de cálcio, que contribuam para o aumento do teor de PB, diferente dos outros aditivos que possuem a capacidade de corrigir a o teor de PB através de nitrogênio não proteico, como é o caso da ureia, amônia anidra, como observado por Pires et al. (2003) em experimento com silagem de sorgo tratada com 2,5% de amônia, que verificaram aumentos de 124,8 % de PB em relação a silagem não tratada que continha na ocasião 8,13 % PB com base na MS.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para os teores de celulose, lignina e hemicelulose para os diferentes métodos de pré-secagem (Tabela 3), entretanto, obteve um efeito linear decrescente para lignina e hemicelulose em função das doses de CaO, com reduções de 0,82 e 3,06 unidades percentuais, respectivamente (Figura 3).

Tabela 3 - Médias dos constituintes de parede celular da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) em função de três métodos de pré-secagem (estufa, microondas e liofilizador), interação do óxido de cálcio e pré-secagem e coeficiente de variação (CV)

Item	Dose (% da MN <sup>1</sup> )				Pré-secagem			Efeito		CV (%)	
	0	1	2	3	Estufa	Microondas	Liofilizador	CaO x Pré-secagem	CaO Pré-secagem		
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	60,1	54,8	51,4	48,8	53,6	54,3	53,8	ns	linear	ns	4,7
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	46,6	43,5	44,3	40,1	41,5	42,4	43,9	ns	ns	ns	14,9
Celulose <sup>2</sup>	36,5	33,5	36,7	36,7	34,4	34,6	35,5	ns	ns	ns	14,9
Hemicelulose <sup>2</sup>	15,6	14,1	6,8	8,8	12,1	11,9	9,9	ns	linear	ns	43,4
Lignina <sup>2</sup>	9,3	8,1	7,9	6,8	8,0	7,8	8,4	ns	linear	ns	16,9

<sup>1</sup> MN: matéria natural

<sup>2</sup> % matéria seca

ns: não significativo a 5% de probabilidade

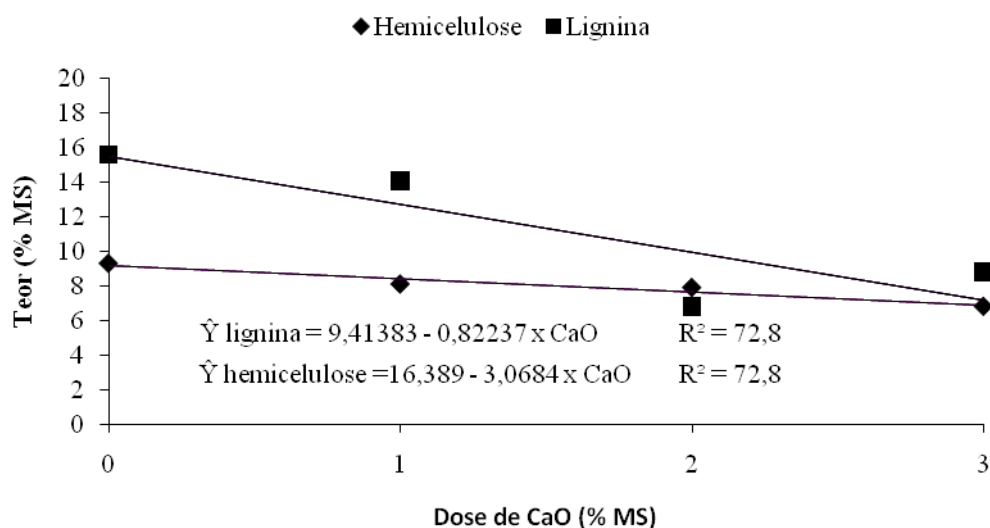


Figura 3 – Teores de lignina e hemicelulose da cana-de-açúcar em função das doses crescentes de óxido de cálcio (CaO)

Tanto a cana-de-açúcar *in natura* quanto o bagaço de cana são materiais de alto teor lignocelulósico, cada tipo de complexo lignocelulósico tem um grau máximo de fermentação pelos microrganismos, e este máximo pode ser alterado quando se faz um processamento do material fibroso (SILVA, 1984).

De acordo com Klopfenstein (1980), reduções nos teores de lignina podem contribuir ao melhor aproveitamento desse material pelo animal, no entanto, o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva a um aumento da taxa de digestão da fibra (MOTA et al., 2010, OLIVEIRA et al., 2008).

A redução da hemicelulose é comum em gramíneas, resíduos e subprodutos de gramíneas tratados com produtos alcalinos, como resultado de sua solubilização parcial, fenômeno conhecido como “entumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio e aumentando a digestão desta e da hemicelulose.

Pires et al. (2006), trabalhando com bagaço de cana-de-açúcar tratado com doses crescentes de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), com doses de 0, 2,5, 5, e 7,5% de uma solução 2:1 de água:NaOH, encontraram efeito linear decrescente para os teores de lignina e hemicelulose.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) de métodos de pré-secagem nem de doses de CaO para FDA, não havendo reduções nos seus teores (Tabela 3). Oliveira et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes, quando avaliaram CaO como agente hidrolisante na cana-de-açúcar, o que pode ser justificado pelas baixas doses de CaO (0,5 e 0,6% a cada 100 kg de cana). Os mesmos autores salientam que a ação hidrolisante da cal hidratada sobre os componentes da cana-de-açúcar depende de vários fatores, principalmente, dos teores de óxido de cálcio e de óxido de magnésio, dentre outros. Dependendo da origem da rocha, estes teores poderão apresentar variações acentuadas e significativas, o que irá influir diretamente sobre o poder hidrolisante da cal. Trabalhos tem mostrado aumentos, reduções ou nenhuma alteração nos teores de FDA, celulose e lignina, promovidos pela amonização (FADEL et al., 2003).

O teor de FDN da cana-de-açúcar sem aditivo, de 60,1% em média, reduziu para 48,8% na dose de 3,0% de (Tabela 3). Houve efeito ( $P<0,05$ ) apenas de doses de CaO para teor de FDN, nas quais para cada unidade de CaO reduziu 3,82 unidades percentuais de FDN (Figura 4), a redução linear resultou de uma solubilização parcial da hemicelulose e da lignina. Volumosos quando tratados com aditivo químico sofrem uma solubilização parcial da hemicelulose e afrouxamento da parede celular, permitindo, dessa forma, que os microrganismos do rúmen tenham maior superfície específica para se agregarem (PIRES et al., 2004).

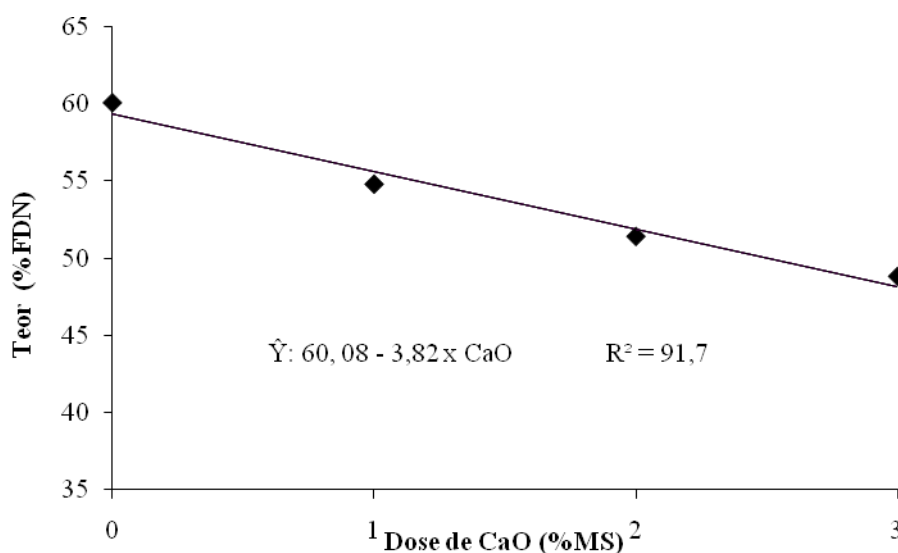


Figura 4 – Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar submetida a doses de óxido de cálcio (CaO)

Gesualdi et al. (2001) estudaram a composição bromatológica do bagaço da cana-de-açúcar tratados com 0, 1, 2 e 4% (N-amônia na MS) nas formas de amônia anidra, ureia e sulfato de amônio e relataram que todas as fontes de amônia promoveram decréscimo no teor de

FDN do bagaço, reduções mais expressivas com 1% de sulfato de amônio (86,94%). Resultados semelhantes vem sendo obtidos ao longo dos anos por diversos autores e com diferentes aditivos químicos (PIRES et al., 1999, 2004, 2006; REIS et al., 2001; FAVARO et al., 2008).

Pires et al. (2004), avaliando a utilização de doses de NaOH (0; 2,5; 5 e 7,5% da MS) na estocagem do bagaço de cana-de-açúcar, durante 1, 3, 5 e 7 dias, não constataram efeito do tempo em nenhum constituinte da parede celular, apesar do efeito de redução dos teores de fibra ocasionado pelas doses de NaOH, comprovando, assim, a rápida atuação da hidrólise alcalina.

A adição de CaO provocou aumento linear ( $P < 0.05$ ) na degradabilidade da matéria seca da cana-de-açúcar (Figura 5), sendo que a maior degradabilidade da cana-de-açúcar foi quando tratada com dose 3% de CaO, podendo ser atribuída as alterações químicas do material, uma vez que os componentes da parede celular (lignina, hemicelulose e celulose) obtiveram reduções lineares. Como a lignina é um componente que se correlaciona negativamente com a digestibilidade, a redução deste componente na cana-de-açúcar tratada com CaO pode reforçar este aumento da DISMS.

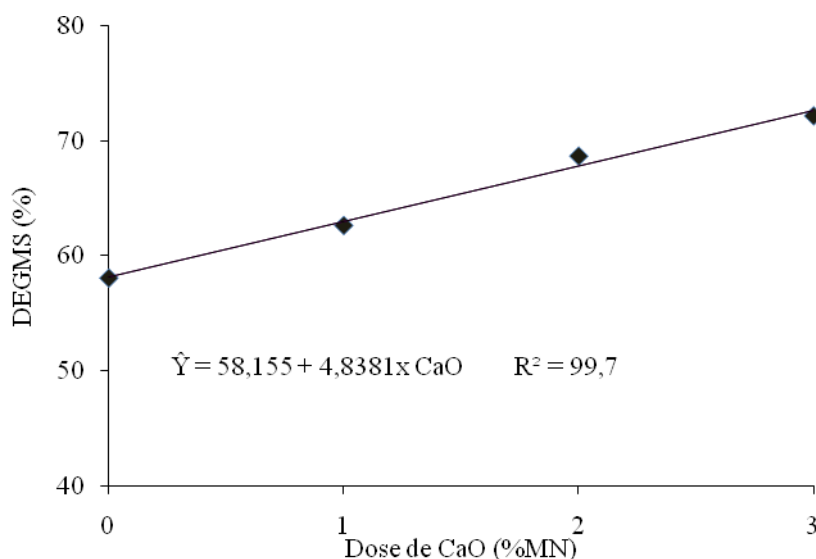


Figura 5 - Degradabilidade da matéria seca em 48 horas da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO)

Lopes et al. (2009) obtiveram aumento na digestibilidade *in situ* da MS ao adicionar 3% de CaO, 3% de NaOH e 1,5% CaO + 1,5% NaOH, com efeito mais marcante quando se utiliza o NaOH, como consequência da diminuição da fibra no capim-elefante. Pires et al. (1999) explicaram o aumento da digestibilidade como resultado da solubilização parcial da hemicelulose e da expansão da celulose, o que facilita o ataque de microorganismos da parede celular. Oliveira et al. (2005), ao avaliarem o efeito do tratamento alcalino da cana-de-açúcar com hidróxido de sódio (1,5 a 50% de NaOH) sobre a digestibilidade total e o consumo de matéria seca, comparando com a cana-de-açúcar *in natura*, cana-de-açúcar fenada e cana-de-



açúcar ensilada, notaram que a cana-de-açúcar hidrolisada obtivera resultados de digestibilidade de 58,6, 80,2, 75,4, 72,5, respectivamente, sendo que a melhor digestibilidade foi com a cana-de-açúcar hidratada.

Pires et al. (2004), utilizando bagaço de cana-de-açúcar tratado com sulfeto de sódio e, ou, amônia anidra, verificou reduções nas frações de FDN e de hemicelulose, em que os valores encontrados para os tratamentos, controle, 2,5% de Na<sub>2</sub>S, 4% de NH<sub>3</sub>, e 2,5% de Na<sub>2</sub>S mais 4% de NH<sub>3</sub>, foram de 94,7; 93,4; 75,8 e 75,8% para FDN e de 33,1; 29,9; 19,4 e 19,9% para hemicelulose. A ação da amônia anidra, segundo o autor, promoveu melhoria na degradação destas frações, o que resultou em aumento na digestibilidade da in vitro da matéria seca (DIVMS), com valores de 32,1; 32,9; 59,8 e 58,1%, respectivamente.

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) de métodos de pré-secagem nem de doses de CaO para fração de carboidratos não fibrosos (CNF), não havendo reduções nos seus teores. Os resultados obtidos neste trabalho foram semelhantes aos registrados por Domingues et al. (2009), que aplicaram óxido de cálcio (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% da matéria natural) à cana-de-açúcar armazenada por 96 horas e observaram reduções na fração de CNF.

Tabela 4 - Médias dos carboidratos totais e carboidratos não fibrosos da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) em função de três métodos de pré-secagem (estufa, microondas e liofilizador), interação do óxido de cálcio e pré-secagem e coeficiente de variação (CV)

Item	Dose (% da MN)				Pré-secagem			Efeito			CV (%)
	0	1	2	3	Estufa	Microondas	Liofilizador	CaO x Pré-secagem	CaO	Pré-secagem	
Carboidratos totais	91,8	88,0	84,3	81,3	86,4	86,2	86,5	ns	linear	ns	4,6
Carboidratos não fibrosos	31,7	32,4	32,9	32,8	32,8	32,1	32,4	ns	ns	ns	4,8

<sup>1</sup> MN: matéria natural

<sup>2</sup> (%) matéria seca

ns: não significativo a 5% de probabilidade

Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) das doses de CaO aplicadas na cana-de-açúcar sobre os teores de carboidratos totais (CT), com reduções de 3,54 unidades da fração de CT para cada unidade de CaO na MN. Isso ocorreu devido, principalmente, ao aumento nos teores da MM (o óxido de cálcio é composto basicamente de MM).

Os resultados observados neste trabalho confirmam com os obtidos por Carvalho et al. (2006), que obtiveram reduções na fração de CT, correspondente a 1,18 unidades para cada unidade de ureia, quando trabalharam com bagaço de cana-de-açúcar amonizado com adição de quatro doses de ureia, 0, 2,5, 5,0 e 7,5%.

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas forrageiras, correspondendo cerca de 50 a 80% da MS das mesmas. Contudo, as características nutritivas dos carboidratos dependem dos açúcares que os compõem, das ligações entre eles estabelecidas e de outros fatores de natureza físico-química, fatores estes que interferem diretamente na disponibilidade de energia para o ruminante.

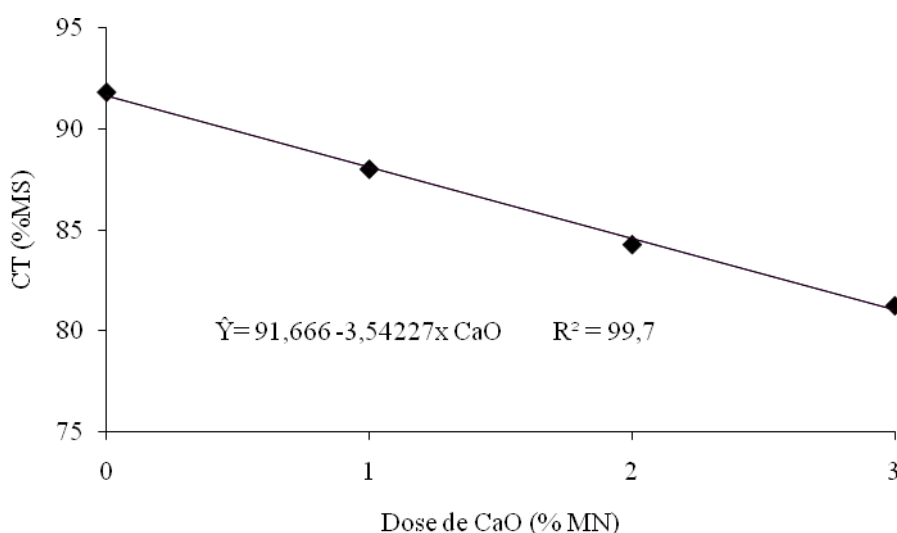


Figura 6 - Teor de carboidratos totais (CT) da cana-de-açúcar em função das doses de óxido de cálcio (CaO)

## **CONCLUSÕES**

O valor nutritivo da cana-de-açúcar é melhorado com a adição de 3% de óxido de cálcio com base na matéria natural.

Os métodos de pré-secagem em estufa, micro-ondas ou liofilizador não interferem no valor nutritivo da cana-de-açúcar, quando tratada com óxido de cálcio.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. de; CARNEIRO, P.C.S.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F.P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, A.F.; FREIRE, M.A.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.
- DOMINGUES, F.N.; OLIVEIRA, M.D.S.de; MOTA, D.A.; MINOTTO, T.H. dos S.; SANTOS, J.dos; VIEIRA, L.L.O.; SOUZA, N.G. de. Teores de lignina, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos na cana-de-açúcar hidrolisada. In: XIX Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTECH 2009, Águas de Lindóia, SP. **Anais... XIX Congresso Brasileiro de Zootecnia**, 2009.
- FADEL, R.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P.; OLIVEIRA, J.D.S. Avaliação de diferentes proporções de água e de uréia sobre a composição bromatológica de palha de arroz. **Ciência Animal Brasileira**, v.4, n.2, p.101-107, 2003.
- FAVARO, V.R.; NASCIMENTO, A.C.A.; CAMPOS, A.F.; PIAU, T.S.; RODRIGUES, D.J.; GONÇALVES, J.; EZEQUIEL, J.M.B. Cana-de-açúcar hidrolisada com diferentes concentrações de hidróxido de cálcio, efeitos sobre: matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 45, Lavras, 2008. **Anais... Lavras: SBZ, CD ROM**, 2008.
- GESUALDI, A.C.L.de S.; SILVA, J.F.C. da.; VASQUEZ, H.M.; ERBESDOBLER, E.D. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.508-517, 2001.
- KLOPFENSTEIN, T.J Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. Upgrading residues and products for animals. Ed. CRC Press, 1980, p.40-60.
- LOPES, W.B.; PIRES, A.J.V.; S.R.M.P.; CARVALHO, G.G.P. de; BONOMO, P.; RAPOSO, C.M.R. Capim-elefante tratado com compostos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, n.3, p.714-722, 2009.
- MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em substituição à silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação**. Viçosa, 2001, 62p. Tese (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- MORAES, K.A.K. de.; VALADARES FILHO, S. de C.; MORAES, E.H.B.K.de.; LEÃO, M.I.; VALADARES R.F.D., PEREIRA, O.G.; SOLÉRO, B.P. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008.
- OLIVEIRA, M.D.S. de, SANTOS, J. dos; DOMINGUES, F.N., LOPES, A.D.; SILVA, T.M. da; MOTA, D.A. Avaliação da cal hidratada como agente hidrolisante de cana-de-açúcar. **Revista Veterinária Notícias**, v.14, n.1, p.9-17, 2008.

- PIRES, A.J.V., REIS, R.A., CARVALHO, G.G.P. SIQUEIRA. G.R. BERNADES, T.F. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006.
- PIRES, A.J.V. **Bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio para novilhas em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 65p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; CECON, P.R.; NEIVA, J.N.M.; SARMENTO, P. Amonização da quireira de milho com alta umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1186-1193, 1999.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. PEREIRA O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.da; SILVA, P.A.; ÍTAVO, L.C.V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1071-1077, 2004.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, R.L.A.; RESENDE, K.T.; PEREIRA, J.R.A.; RUGGIERI, A.C. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais.1 constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.674-681, 2001.
- RIBEIRO, J.R. **Análises Estatísticas no SAEG** (Sistema de análises estatísticas e genéticas). Viçosa, MG: UFV, 2005. 301p.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; PINHO, B.D.; CARVALHO, G.G.P.; FREIRE, M.A.L. Valor nutritivo da cana-de-açúcar hidrolisada com hidróxido de sódio ou óxido de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1156-1164, 2009.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. Avaliação de constituintes da parede celular de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) *in natura* tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, SBZ, 2006.
- SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. [2006] Cana-de-açúcar tratada com cal virgem: fatos e mitos. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br> Acesso em 17 de junho, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J. F. C. O ruminante e o aproveitamento de subprodutos fibrosos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.119, p.8-15, 1984.
- SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed.Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

## CAPITULO 2

### Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca, da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) nas doses zero, 1, 2 e 3% (com base na matéria natural). Foram incubadas no rúmen de três novilhos por períodos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas, sacos de náilon contendo amostras de 2,5 g da cana-de-açúcar tratada com CaO. Verificou-se degradabilidade potencial de 80,7% na matéria seca para cana-de-açúcar tratada com 3% de CaO. Os resultados da fração degradável para fibra em detergente neutro (FDN) e para fibra em detergente ácido (FDA) no tratamento com 3% de CaO foram de 59,7 e 59,9%, respectivamente, enquanto, a cana sem aditivo, apresentou valores de degradação de 44,5% para FDN e de 39,5% para FDA. Houve incremento nos parâmetros da degradabilidade da matéria seca da fração “a” de 37,5 vs 46,8% da cana sem aditivo para a cana-de-açúcar com a dose de 3% de CaO. Para a degradabilidade da fibra em detergente ácido, foi observado efeito semelhante ao da degradabilidade da fibra em detergente neutro, na qual os valores da fração potencialmente degradável “b” corresponderam a 64,2 e 68,7%, respectivamente, na dose de 3% de CaO.

**Palavras chaves:** aditivo, forragem, *Saccharum officinarum*, tratamento químico

---

\* Orientador: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Fabiano Ferreira da Silva e Paulo Bonomo, *D.Sc.*, UESB

## CHAPTER 2

### Degradability of dry matter and fiber fraction of sugar cane treated with calcium oxido

#### ABSTRACT

The objective was to evaluate the parameters of ruminal degradation of dry matter (DM), neutral detergent fiber and acid detergent fiber of the sugar cane treated with calcium oxide in the doses 0, 1, 2 and 3, % (with basis of the natural matter). Were incubated in the rumen of three steers for 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 and 144 hours, nylon bags containing samples of 2.5 g of sugar cane treated with CaO. There was potential degradability of 80.7% in dry matter for sugar cane treated with 3% CaO. Fraction results for degradable neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in the treatment with 3% CaO were 59.7 and 59.9% respectively, while the cane without additive, showed values of degradation of NDF and 44.5% to 39.5% for ADF. There was an increase in the parameters of dry matter degradability of fraction "a" of 37.5 vs. 46.8% of the cane without additive for cane sugar with a dose of 3% CaO. For the degradation of acid detergent fiber were observed effect similar to the degradability of neutral detergent fiber, where the values of the potentially degradable "b" correspond to 64.2 and 68.7% respectively at a dose of 3% CaO.

**Keywords:** additive, forager, *Saccharum officinarum*, chemical treatment

---

\* Adviser:, Aureliano José Vieira Pires D.Sc., UESB e Co-advises: Fabiano Ferreira da Silva D,Sc., UESB e Paulo Bonomo D,Sc., UESB



## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem sido muito utilizada na alimentação de animais ruminantes, pois apresenta custo de produção relativamente baixo comparada com outros volumosos como silagem de milho e sorgo. Apesar de possuir baixo teor de proteína e elevado de fibra indigestível, a cana-de-açúcar apresenta elevado teor de energia (sacarose), pequena variação na composição química em função da maturação, apresentando ponto de colheita que coincide com o período de escassez de forragens (PRADO & MOREIRA, 2002).

Diante da composição bromatológica da cana-de-açúcar, muitos autores (CARVALHO et al., 2007a; PINTO et al., 2007; SILVEIRA et al., 2009) vem tentando elucidar, por meio da degradabilidade *in situ*, o que de fato a alcalinização possa vir a contribuir para tornar mais digestível a fração fibrosa, aumentando a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais. De acordo com Pires et al. (2006), a principal contribuição da adição de produtos químicos na cana-de-açúcar está relacionada com a ação que os mesmos apresentam, provocando alterações na parede celular e melhorando a digestibilidade.

Qualquer consideração sobre a utilização de forragem pelos ruminantes deve-se basear-se no contexto das complexas interações que ocorrem entre os diversos componentes da planta e os microrganismos ruminais. Neste aspecto, segundo Orskov (1986), a qualidade da forragem pode, essencialmente, ser expressa em termos de três características próprias: a extensão da digestão potencial que determina a quantidade de material indigestivo, o qual ocupa espaço no rúmen; a taxa de fermentação que influencia o tempo em que a fração digestível ocupa espaço no rúmen; e a taxa de redução do tamanho de partícula que influencia tanto a taxa de passagem da fração indigestível como a taxa de fermentação da fração digestível, entretanto, seu nível de influência é pouco conhecido, devido às dificuldades em mensurá-lo.

O consumo e a eficiência de utilização de energia, de determinado alimento, variam entre os animais, sendo, portanto, mais fácil o estabelecimento de valores alimentares para a digestibilidade, ou seja, a digestibilidade tem sido utilizada como variável de qualidade, indicando a proporção do alimento que está apta a ser utilizada pelo animal (VAN SOEST, 1994).

Realizou-se este experimento com o objetivo de avaliar a degradação ruminal da matéria seca, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido da cana-de-açúcar submetida a doses crescentes de óxido de cálcio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, na cidade de Itapetinga, BA.

A cultivar da cana-de-açúcar utilizada foi a RB-72454, aos 18 meses, com 18° brix, oriunda do Campus Universitário. A forrageira foi colhida manualmente, sendo então realizada a mensuração do grau brix por intermédio de um refratômetro manual.

Inicialmente, a forrageira foi desintegrada em ensiladeira estacionária, regulada para fracionar em partículas de 2 cm de comprimento, e em seguida homogenizada.

Amostras de cana-de-açúcar fresca (3 kg) foram acondicionadas em baldes de polietileno com capacidade de 10L e então calculada a quantidade de CaO a ser adicionada nas concentrações de 0, 1, 2 e 3% na matéria natural (MN). Após a aplicação e devida homogeneização, o material permaneceu armazenado nos baldes abertos em local coberto, por um período de 24 horas. As amostras foram coletadas e devidamente identificadas e armazenadas em freezer, para posteriores análises laboratoriais.

Pode ser verificada na Tabela 1 a composição da cana-de-açúcar sem aditivo e tratada com doses de 1, 2 e 3% de CaO, no momento do tratamento.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio (CaO)

	Doses de CaO (% da matéria natural)			
	0	1	2	3
Matéria seca (%)	26,5	28,8	30,5	32,5
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	59,0	53,0	46,5	45,0
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	37,8	33,5	31,2	30,5
Celulose <sup>1</sup>	36,4	33,5	36,8	32,8
Hemicelulose <sup>1</sup>	15,6	14,1	6,8	8,8
Lignina <sup>1</sup>	9,3	8,1	7,9	6,8
Carboidratos totais <sup>1</sup>	90,7	89,3	86,0	87,5
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	30,6	33,7	34,6	39,0
Cinza <sup>1</sup>	5,3	7,2	10,0	11,7

<sup>1</sup> em % da matéria seca

Para o ensaio de degradabilidade, foram utilizados três novilhos mestiço Holandês X Indubrasil, com 280 kg de peso corporal, castrados, devidamente identificados e canulado no rúmen, mantidos em regime extensivos com cochos e bebedouros.

As amostras foram previamente pré-secas em forno de microondas e aquecidas até atingir peso constante (SILVA & QUEIROZ, 2002). Logo após, foram moídas em peneiras com crivo de 2 mm e acondicionadas em sacos de náilon de 12 x 5 cm, com malhas de 50 micras, na quantidade de 2,5 g de MS/saco, a fim de manter uma relação próxima de 20 mg de MS/ cm<sup>2</sup> de área superficial do saco.

Os sacos de náilon contendo as amostras foram fechados com goma de borracha e fixados em diferentes pontos de uma corrente de metal de 50 cm de comprimento, presa à tampa da cânula por uma das extremidades, permitindo que os sacos de náilon se alojassem na porção ventral do rúmen.

Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas, e os sacos de náilon foram incubados na ordem inversa dos tempos para serem retirados todos ao mesmo tempo, ao final do período, para promover, desta forma, lavagem uniforme do material por ocasião da retirada do rúmen. Após o período de incubação total de 144 horas, os sacos de náilon foram lavados manualmente em água corrente até que apresentasse limpa, para proceder, então, a secagem em estufa de ventilação forçada à 60°C, por 72 horas. Obtida a matéria seca (MS) das amostras, as mesmas foram utilizadas para a estimativa da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), segundo a metodologia de Silvia & Queiroz (2002).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, da FDN e da FDA foram obtidos pela relação da diferença de pesos encontrados para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

Com o auxílio do SAEG – Sistema para Análises Estatísticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001), foram calculadas as taxas de degradação da MS, da FDN e da FDA, conforme a equação proposta por Orskov & McDonald (1979):  $D_t = a + b \times (1 - e^{-ct})$ , em que:  $D_t$  = fração degradada no tempo  $t$  (%);  $a$  = fração solúvel (%);  $b$  = fração insolúvel potencialmente degradável (%);  $c$  = taxa de degradação da fração  $b$  ( $h^{-1}$ ); e  $t$  = tempo (horas). Os coeficientes não-lineares “ $a$ ”, “ $b$ ” e “ $c$ ” foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. A degradabilidade efetiva (DE) da MS, FDN e FDA foi calculada por meio da equação:  $DE = a + (b \times c)/(c + k)$ , em que DE: é degradabilidade efetiva;  $a$ : fração solúvel em água,  $b$ : fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável;  $c$ : taxa de degradação da fração  $b$  e  $k$ : corresponde à taxa estimada de passagem das partículas no rúmen, levando-se em consideração as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/ horas, valores correspondentes a animais em fase de manutenção, ganho de peso ou de produção de leite, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A degradabilidade potencial da matéria seca variou de 63,4 a 80,7%, após o período de incubação de 144 horas, respectivamente, para a cana-de-açúcar sem aditivo e a tratada com a dose de 3% de CaO (Tabela 2), valores estes, próximos aos encontrados por Ribeiro et al. (2009), quando incubando por 96 horas a cana-de-açúcar sem aditivo, a cana-de-açúcar tratada 2,25% de óxido de sódio (CaO) e com 2,25% de hidróxido de sódio (NaOH) obtiveram aumentos da degradabilidade potencial da matéria seca de 61,7, 78,0 e 88,4% para os respectivos tratamentos, sendo que o tratamento com 2,25% de NaOH promoveu maior degradabilidade potencial da MS.

Tabela 2 - Parâmetro de degradabilidade ruminal da matéria seca (DMS), da fibra em detergente neutro (DFDN) e da fibra em detergente ácido (DFDA) da cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio (CaO)

Parâmetros	Dose de CaO <sup>1</sup>			
	0	1	2	3
<b>DMS</b>				
a (%)	37,5	44,6	44,5	46,8
b (%)	30,6	30,0	33,2	35,2
c (% hora)	0,0261	0,0383	0,0487	0,0460
DP (%)	63,4	72,7	76,7	80,7
DE (%); K = 2%/horas	54,8	64,3	68	71,3
DE (%); K = 5%/horas	48,0	57,6	60,9	63,7
DE (%); K = 8%/horas	45,0	54,3	57,1	59,7
R <sup>2</sup>	99,5	97,9	97,9	98,6
<b>DFDN</b>				
a (%)	2,6	2,1	2,1	2,4
b (%)	48,5	49,2	61,7	64,2
c (% hora)	0,0277	0,0290	0,0313	0,0310
DP (%)	44,5	45,2	57,3	59,7
DE (%); K = 2%/horas	30,8	31,2	39,7	41,4
DE (%); K = 5%/horas	19,9	20,2	25,9	27,0
DE (%); K = 8%/horas	15,1	15,2	19,5	20,3
R <sup>2</sup>	99,5	97,9	97,9	98,6
<b>DFDA</b>				
a (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
b (%)	49,6	55,5	62,2	68,7
c (% hora)	0,0219	0,0284	0,0247	0,0284
DP (%)	39,5	48,4	51,8	59,9
DE (%); K = 2%/horas	26	32,7	34,5	40,4
DE (%); K = 5%/horas	15,2	20,2	20,7	25,0
DE (%); K = 8%/horas	10,8	14,6	14,8	18,1
R <sup>2</sup>	99,5	97,9	97,9	98,6

<sup>1</sup> base na matéria natural

Fração solúvel em água (a), fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (b), taxa de degradação constante da fração “b” por hora (%/h) (c), degradabilidade efetiva (DE) e fração degradável no tempo (D), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>)

Observou-se que, para os parâmetros de degradabilidade da MS da cana-de-açúcar tratada com 3,0% de CaO, a fração solúvel “a” apresentou valor de 46,8%, ao passo que a cana-de-açúcar sem aditivo 37,5%. Da mesma maneira, a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável “b”, apresentou valores de 30,6 e 35,2%, respectivamente, para cana-de-açúcar sem aditivo e cana-de-açúcar com 3% de CaO, respectivamente. A taxa de degradação constante da fração “b” apresentou valores de 2,6; 3,8; 4,8 e 4,6%/hora para os tratamentos: sem aditivo, 1, 2 e 3% de CaO (Tabela 2). Figueiredo et al. (2008), ao determinarem a cinética de degradação ruminal da matéria seca da casca de café, tratada com 3, 6, e 9% de hidróxido de sódio (base na matéria seca) e sem aditivo, verificaram efeito apenas com a adição de 9%.

Segundo Fernandes et al. (2001), a cana-de-açúcar apresenta elevada fração “a”(açúcares solúveis), o que promove rápido crescimento microbiano no rúmen. Porém, a baixa taxa de degradação ruminal da fração potencialmente degradável “b” pode reduzir a ingestão de MS e a disponibilidade de energia, o que limita o desempenho produtivo dos animais.

Considerando que a degradabilidade potencial é obtida pela soma da fração “a” e “b”, teoricamente a fração “a” da FDN e FDA deveria ser próxima a zero, por ser rapidamente solúvel no rúmen no tempo zero de incubação. Contudo, os valores médios observados para a fração “a” da FDN, para os tratamentos sem aditivo com 1, 2, e 3% de CaO, foram respectivamente de 2,6, 2,1, 2,1 e 2,4% e, para fração “a” para a FDA, foram de 0,1% para todas as doses de óxido de cálcio utilizadas, respectivamente. Esses valores observados podem ser atribuídos à perda de partículas, durante a lavagem dos saquinhos de incubação, sendo essas partículas contabilizadas na estimativa dessa fração.

Com relação à degradabilidade potencial entre a FDN e FDA, observou-se os seguintes valores 59,7 e 59,9%, respectivamente, após 144 horas de incubação para a cana tratada com 3% de CaO (Tabela 2), resultados estes próximos aos encontrados por Pinto et al. (2007), quando trataram a cana-de-açúcar com uma dose máxima de 6% de NaOH, na qual a degradabilidade potencial foi de 57,61 e 55,67%, respectivamente, para a FDN e FDA a uma taxa de passagem de 5%/hora.

A degradabilidade efetiva foi estimada mediante as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora. Observa-se que a degradabilidade efetiva da MS da cana-de-açúcar tratada com CaO, independente da taxa de passagem, apresentou maiores valores em comparação à cana-de-açúcar sem aditivo (Tabela 2). Dentre os tratamentos, a cana-de-açúcar tratada com 3% de CaO apresentou valores de degradabilidade efetiva, respectivamente, de iguais a 71,3, 63,7 e 59,7%, para as taxas de passagens 2, 5 e 8%/hora.

Os melhores resultados de degradabilidade ruminal da MS da cana-de-açúcar ocorreu na dose de 3,0% de CaO (Figura 1), provavelmente, devido à maior ação hidrolítica nesta concentração, proporcionando maior disponibilidade de compostos solúveis em relação aos

demais tratamentos. Além disso, quando a cana-de-açúcar é tratada com produtos alcalinizantes, ocorre, provavelmente, uma solubilização parcial dos carboidratos fibrosos, potencializando a degradação da MS, pois observou que a cana-de-açúcar hidrolisada diminuiu os constituintes da parede celular, principalmente a lignina. Ao passo que, os resultados apresentados neste trabalho são inversos aos obtidos por Moraes et al. (2008) que, ao avaliar a digestibilidade aparente total e ruminal dos nutrientes da cana-de-açúcar com 1% de CaO, não constataram resposta positivas do uso do aditivo.

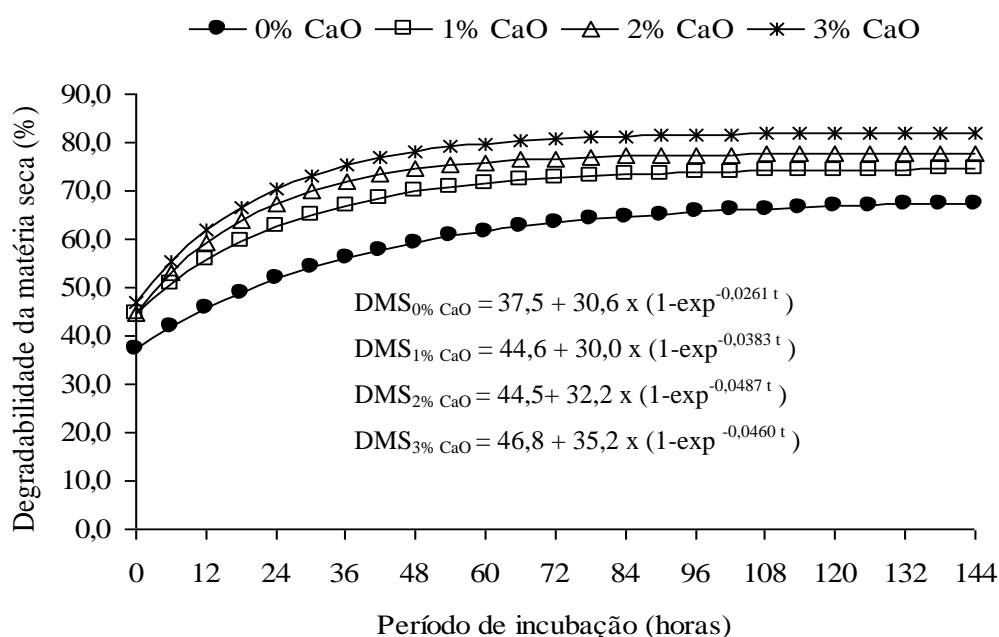


Figura 1 - Degradabilidade da matéria seca (DMS) da cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio (CaO)\*  
\*Base da matéria natural

Com relação à fração fibrosa da cana-de-açúcar (Tabela 2), observou-se comportamento semelhante entre a FDN e a FDA. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Pires et al. (2004), quando avaliando a degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra ou sulfeto de sódio (com base na MS) e, independente do tratamento, a fração fibrosa FDN e FDA obtiveram o mesmo comportamento.

A degradabilidade da FDN da cana-de-açúcar não tratada e tratada com 1% de CaO foi equivalente durante todo o período de incubação (Figura 2), verificando, portanto, que o tratamento com 1% de CaO não influencia na degradabilidade da FDN da cana-de-açúcar. Os resultados apresentados neste trabalho estão próximos aos obtidos por Freitas et al. (2008) que obtiveram aumentos na digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar de 38,2, 45,1 e 46,7% nos tratamentos in natura, com 0,5 e 0,9% de óxido de cálcio

Observou-se que o maior desaparecimento da FDN da cana-de-açúcar foi na dose de 3% de CaO, de forma que, a partir das 96 horas de incubação, a taxa de degradação da FDN tendeu a estabilizar (Figura 2). Pode-se inferir que a expressiva degradação da FDN está relacionada à solubilização dos constituintes da parede celular da cana-de-açúcar, após ser tratada com óxido de cálcio, principalmente, pela redução parcial dos teores de lignina.

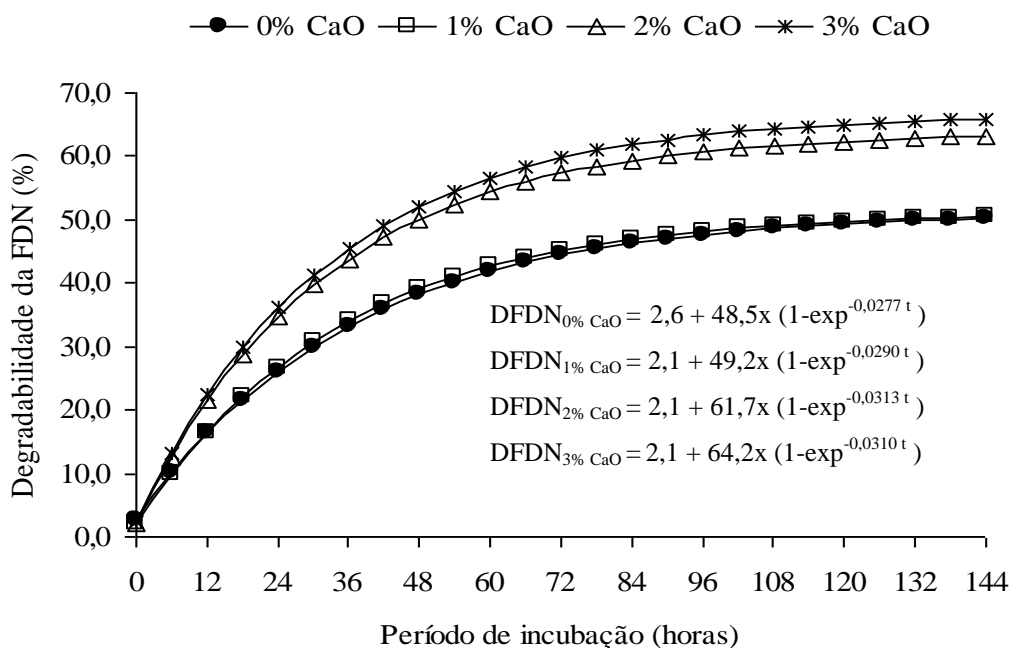


Figura 2 - Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO)\*  
 \*Base da matéria natural

Semelhante aos resultados obtidos para degradabilidade da FDN, o tratamento alcalino proporcionou aumento na degradabilidade da FDA, o que pode ser atribuído à quebra das ligações lignocelulósicas, permitindo o ataque microbiano e, conseqüentemente, à melhor digestão da fração fibrosa da cana-de-açúcar tratada com CaO.

Observou-se que o desaparecimento da FDA da cana-de-açúcar, ao longo do período de incubação, independente da dose de CaO (Figura 3).

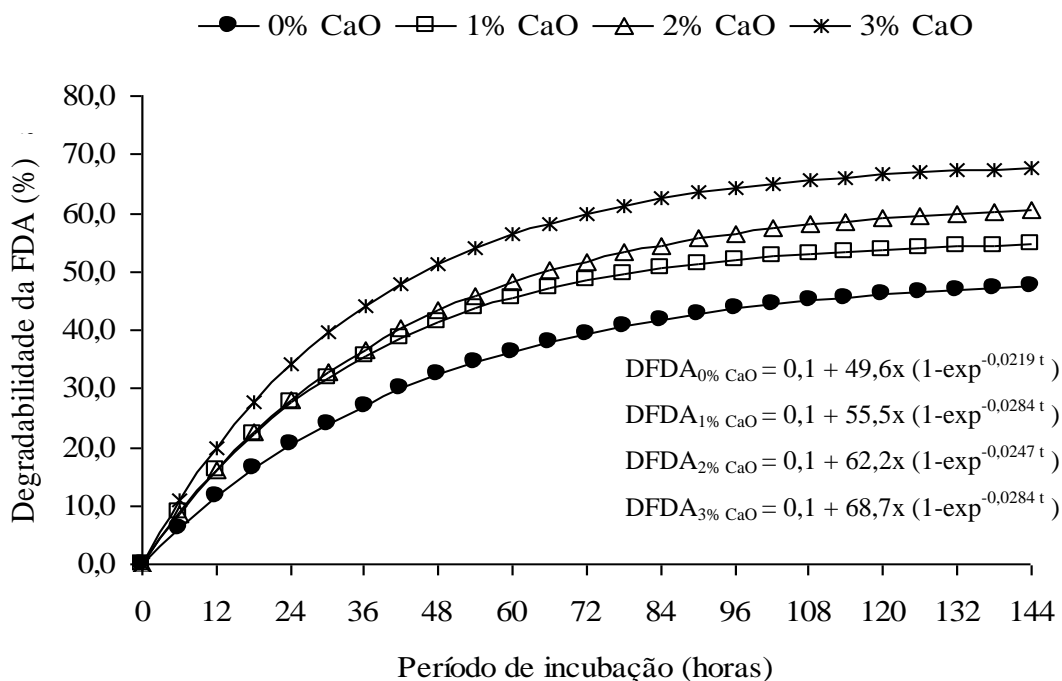


Figura 3 - Degradabilidade da fibra em detergente ácido (DFDA) da cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio (CaO)\*  
\*Base da matéria natural

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos de Balieiro Neto et al. (2006) que ao avaliar o efeito da adição de óxido de cálcio e secagem de duas variedades de cana-de-açúcar, incubadas úmidas (frescas) e secas, verificaram maiores valores de degradabilidade da FDN e FDA da cana-de-açúcar incubada úmidas tratada com CaO, quando comparadas com a cana-de-açúcar sem CaO.

Ao avaliar o comportamento da degradabilidade da FDA em função do tempo de incubação (Figura 3), observa-se degradação de 68,6% no tempo máximo de incubação a 144 horas. A degradação da FDA está intimamente ligada à digestibilidade dos alimentos e, portanto, o seu aproveitamento ou a sua degradação será maior ou menor de acordo com sua composição, já que a lignina presente na FDA não é aproveitada (SILVA & QUEIROZ, 2002).

Carvalho et al. (2007b) obtiveram incrementos da degradabilidade da FDA na ordem de 45,6% no maior tempo de incubação (96 horas), quando avaliaram a degradabilidade *in situ* do bagaço da cana-de-açúcar submetido à amonização com ureia em quatro níveis (0%, 2,5%, 5,0% e 7,5% na base da matéria seca – MS).

Justificando a eficiência do tratamento químico, Amaral et al. (2009), avaliando o efeito de aditivos químicos como a cal e o calcário calcítico na ensilagem de cana-de-açúcar, notaram uma redução de 42,3 para 39,2% de FDA com 1% de cal virgem, após a abertura da silagem, corroborando com estes resultados Silveira et al. (2007) observaram uma elevação de 13,9 unidades percentuais de FDA para a silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, enquanto as



silagens de cana-de-açúcar tratadas com hidróxido de sódio apresentaram elevação de 5,2 unidades percentuais de FDA. Os autores sugeriram a possibilidade de o aditivo restringir a fermentação indesejável, ocasionando maior recuperação de carboidratos não-fibrosos e possibilitando menor aumento nos teores de FDA. Podendo, desta forma, confirmar que o uso desses aditivos químicos reduz a produção de etanol, perdas gasosas e de carboidratos solúveis da silagem da cana-de-açúcar.

## **CONCLUSÃO**

A cana-de-açúcar, quando tratada com 3% de óxido de cálcio, melhora sua degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa.

## REFERÊNCIAS

- BALIEIRO NETO, G.; PAZ, C.C.P; NOGUEIRA, J.R. Estabilidade aeróbica e perdas de matéria seca de variedades de cana-de-açúcar *in natura* tratada com óxido de cálcio ou hidróxido de cálcio. In Zootec 2006. **Anais...** Recife, PE, 2006.
- CARVALHO, G.G.P. de; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; MENDES, F.B.L.; SOUZA, D.R.; PINHEIRO, A.A. Degradabilidade da fração fibrosa da cana-de-açúcar amonizada com uréia. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.213, p.87-90, 2007 a.
- CARVALHO, G.G.P. de; PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; SILVA, R.R.; MENDES, F.B.L.; SOUZA, D.R.; PINHEIRO, A.A. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fração fibrosa do bagaço de cana-de-açúcar tratado com uréia. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.447-455, 2007 b.
- FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; ANA, R.P.; PERREIRA, J.C.; CABRAL, L.S.; VITTORI, A.; PEREIRA, E.S. 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**, v.30, n.4, p.1350-1357, 2001.
- FREITAS, A.W. de P.; ROCHA, F.C.; ZONTA, A.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.DA.; ZONTA, M.M.C.de, MACEDO, F.L. Consumo de nutrientes e desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar hidrolisada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1569-1574, 2008.
- FIGUEIREDO, M.P. de; LOPES I. de O.; SOUSA, F.G. de; MOREIRA, G.R.; SOUSA, L.F. de; CRUZ, P.G. da; FERREIRA, J.Q. Parâmetros cinéticos da degradação ruminal da casca de café (*Coffea arabica*, L.) tratada com hidróxido de sódio (NaOH). **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.23-29, 2008.
- MORAES, K.A.K.DE.; VALADARES FILHO, S.DE C.; MORAES, E.H.B.K.de.; LEÃO, M.I.; VALADARES R.F.D., PEREIRA, O.G.; SOLÉRO, B.P. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008.
- ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, n.1, p.449-453, 1979.
- ØRSKOV, E.R. Evaluation of fibrous diets for ruminants. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON FEEDINGS EVALUATION MODERN ASPECTS-PROBLEMSFUTURE TRENDS, 1986, Aberdeen. Proceedings... Aberdeen: **Rowett Research Institute**, 1986. 38-41.
- PINTO, A.P.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, É.L.A.; ROCHA, M.A.; SILVA FILHO, M.F.; KURAOKA, J.T. Degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar integral tratada com diferentes níveis de hidróxido de sódio. **Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.503-512, 2007.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A.; ÍTAVO, L.C.V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1071-1077, 2004.
- PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.; BERNADES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ALMEIDA, E.O.; ROTH, M.T. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.643-648, 2006.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. de.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F. Bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006.

PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: UEM, 2002. 162p.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **SAEG -Sistema para análises estatísticas e genética**: versão 8.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2001, 301p

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. de; CHAGAS, D.M.T. Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio ou óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p.573-585, 2009.

SILVA, A.G.M.; BORGES, I.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E. de O.S.; MORAIS, S.A. de; SILVA, J.J. da; MERLO, F.A.; SOUSA, T.D.S.; JUNIOR, L.L. de M. Degradabilidade *in situ* da torta de babaçu – frações fibrosas, V Congresso nordestino de produção animal, 2008, Aracaju, Anais eletrônicos... Aracaju, Disponível em: <<http://www.neef.ufc.br/anais>.> Acesso em: 05/04/2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVEIRA R.N. da; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C.; MESSANA, J.D.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. de. Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidade aparente total e parcial de novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.3, p.279-285, 2009.

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