UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
***CAMPUS* DE JABOTICABAL**

CANA-DE-AÇÚCAR HIDROLISADA COM DOSES CRESCENTES DE CAL VIRGEM E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR PARA A ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Felipe Nogueira Domingues
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

CANA-DE-AÇÚCAR HIDROLISADA COM DOSES CRESCENTES DE CAL VIRGEM E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR PARA A ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Felipe Nogueira Domingues

Orientador: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia .

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2009

Domingues, Felipe Nogueira
D671c Cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e tempos de exposição ao ar para a alimentação de bovinos / Felipe Nogueira Domingues – Jaboticabal, 2009
v, 93 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira
Banca examinadora: Ricardo Andrade Reis, Jane Maria Bertocco Ezequiel, Selma de Fátima Grossi, Ricardo Dias Signoretti
Bibliografia

1. Óxido de cálcio. 2. Tratamento alcalino. 3. Valor alimentício. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:637.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CANA DE-AÇÚCAR HIDROLISADA COM DOSES CRESCENTES DE CAL VIRGEM E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR PARA A ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

AUTOR: FELIPE NOGUEIRA DOMINGUES

ORIENTADOR: Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:

Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

Dr. RICARDO ANDRADE REIS

Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Dra. SELMA DE FÁTIMA GROSSI

Dr. RICARDO DIAS SIGNORETTI

Data da realização: 16 de fevereiro de 2009.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR

FELIPE NOGUEIRA DOMINGUES – filho de Antônio Guido Domingues e Edna Martha Nogueira Domingues, nasceu na cidade Timóteo, MG, em 09 de março de 1979. Em março de 1998, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, graduando-se em 16 de novembro de 2002. Foi admitido em março de 2003 no Curso de Pós-graduação em Produção Animal, Mestrado, com concentração na área de Nutrição de Ruminantes da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ, submetendo-se à defesa de dissertação para conclusão do curso em 11 de março de 2005. Ingressou no curso de Doutorado em março do mesmo ano, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal, SP, na área de Bovinocultura, tendo obtido o título de Doutor no dia 16 de fevereiro de 2009.

"Os animais domésticos são máquinas, não no sentido figurado da palavra, mas na sua acepção mais rigorosa, tal como admitem a mecânica e a indústria. São máquinas da mesma sorte que as locomotivas de nossas estradas de ferro, os aparelhos de nossas usinas onde se destila, onde se fabrica o açúcar, a fécula, onde se tece, onde se reduz a pó, onde se transforma uma matéria qualquer. São máquinas que dão serviços e produtos.

Os animais comem: são máquinas que consomem, que queimam certa quantidade de combustível, de certa espécie. Eles movem-se: são máquinas em movimento obedecendo às leis da mecânica. Produzem leite, carne, força: são máquinas fornecendo um rendimento, por uma determinada despesa.

Essas máquinas animais são construídas segundo um plano, são compostas de elementos determinados, de órgãos, como se diz em anatomia e também em mecânica. Todas suas partes têm função certa, conservam entre elas certas relações, e funcionam em virtude de determinadas leis, para produzirem trabalho útil.

A atividade dessas máquinas constitui sua própria vida, que a fisiologia resume em quatro grandes funções: nutrição, reprodução, sensibilidade, locomoção. Esse funcionamento, que caracteriza a vida, é também a condição de nossa exploração zootécnica, causa de despesas e de rendimentos, que devemos balancear de maneira a atenuar os preços de custo, para aumentar os lucros.

Mas essas máquinas admiráveis foram criadas por mãos mais potentes que as nossas: não fomos chamados a estabelecer as condições de sua existência e de sua marcha, e para conduzi-las, multiplicá-las, devemos conhecê-las sob pena de destruí-las e deixar nosso trabalho, nosso tempo, nosso capital serem levados no jogo fatal de suas engrenagens. Quanto melhor conhecermos a construção dessas máquinas, as leis de seu funcionamento, suas exigências e seus recursos, melhor poderemos entregar-nos com segurança e vantagem na sua exploração".

EMILE BAUDEMENT
Les Races Bovines au Concours Universelle Agricole de Paris en 1856. Atlas avec introduction et texte – Paris 1862. (Somente a introdução foi impressa, pois o autor faleceu antes da conclusão deste trabalho).*

*** Texto retirado do livro *"Introdução à zootecnia"* do autor Otávio Domingues, 1968.**

DEDICO

Ao meu pai Antônio Guido Domingues (in memorian) e meu avô Hélio Alves Nogueira (in memorian)..

Por serem exemplo de seriedade, trabalho e honestidade e desta forma terem contribuído de forma imprescindível para a minha formação pessoal e profissional.

As minha mãe Edna Martha.

Por sempre lutar pelos seus filhos sem que nunca deixasse faltar nada, nos dando apoio e fazendo acreditar em nossos objetivos.

As minhas irmãs Luisa e Martha.

Além de irmãs vocês são grandes amigas, que sempre estão prontas para ajudar e sei que posso contar com vocês hoje e sempre.

A minha noiva Alessandra.

Você é uma grande companheira, e me orgulho muito de estar ao seu lado, sua dedicação, amor e carinho foram muito importante para que alcançasse os meus objetivos desde os idos tempos da graduação.

AGRADECIMENTOS

Á DEUS.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A FAPESP, pela concessão do auxílio financeiro à pesquisa.

A UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO – UFRRJ e a UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF onde cursei a graduação e o mestrado, respectivamente e que sem dúvida os ensinamentos ali recebidos contribuíram para que chegasse até aqui.

A FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS – FCAV/Unesp campus de Jaboticabal, pela estrutura e oportunidade de realização deste trabalho.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Pedro Antônio Muniz Malafaia (graduação), Prof. PhD. José Fernando Coelho da Silva e Prof. Dr. Ricardo Augusto Mendonça Vieira (mestrado), vocês além de orientadores foram amigos que sempre me ajudaram, muito obrigado por contribuírem com a minha formação.

Ao meu orientador do doutorado, Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira por me aceitar neste curso sem ao menos me conhecer, e me auxiliar sempre que necessário, sem nunca medir esforços.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, pelos bate papos, discussões futibolísticas e pelos questionamentos esclarecidos, suas críticas e sugestões foram de grande valia para a realização deste estudo.

A Prof^{a}. Dr^{a} Jane Maria Bertocco Ezequiel, por sempre ter me auxiliado nas metodologias e esclarecer minhas dúvidas em relação aos assuntos da nutrição de ruminantes.

Ao Dr. Ricardo Dias Signoretti e Dr^{a}. Selma de Fátima Grossi, por terem aceitado o convite de participação na banca examinadora e pelas correções e sugestões que contribuíram de forma significante para a finalização deste trabalho.

À coordenadora do curso de pós-graduação em Zootecnia Prof^{a} Dr$^{a.}$ Ana Cláudia Ruggieri pela ajuda na solução dos mais diversos problemas.

Aos funcionários da Unesp, dona Maria, Magali, Adriana, Fieno, Fábio (tratorista) e em especial aos técnicos do laboratório Ana Paula e Seu Orlando (Landinho Love Fan) pelo companheirismo e auxílio nas análises laboratoriais.

A minha mãe (Edna), por ser mãe e pai, e sempre me apoiar e passar total confiança, direcionando-me sempre para o melhor caminho.

As minhas irmãs Luisa (Woreys) e Martha (Magrela), pela amizade e por sempre torcerem por mim.

A minha noiva Alessandra Ferraiolo, você fez parte deste trabalho sempre me apoiando e entendendo as minhas ausências, obrigado por você estar comigo durante todos estes anos.

Aos meus tios Luís, Carlos e João. Às minhas tias Marlúcia, Elda, Lucimar e Valéria. Aos meus primos Julia (Jula), Bernardo (Be de bulga), Bruno (Guinga), Leonardo (Léo), Rodrigo (Rego) e Carlos Henrique (Caca) por me dar à tranqüilidade de saber que sempre posso contar com vocês.

Aos meus tios “adotivos” Tio Oliveira, Tia Nicéa, Tia Rita, Tia Margarida e Tio Jesus e todos os seus familiares, apesar de não termos nenhum grau de parentesco, tenho em vocês a continuidade da minha família.

Aos amigos da minha primeira república Thiago (Véio) e Rafael (Girdo), obrigado pela amizade e convívio na minha chegada em Jaboticabal.

Aos companheiros da república Casa Verde, André (Catatau), Márcio (Marcilio Dias), Fernando (Anjinho), Guilherme (Peguete), Marcos (Marquito), Tiago (Tigrão) e Rafael, foram três anos e meio de convívio que fizeram de nós uma família, foram muitas discussões e risadas onde aprendemos muito uns com os outros e nos tornamos grande amigos.

Aos agregados da república Rodrigo (Tico), Diego, Guilherme Valadão (Valada), as suas visitas quase que diárias, além de aumentar a nossa conta de água e luz, fizeram de vocês nossos amigos.

Aos irmãos de orientação Donizete, Regis, Mariana pela ajuda e troca de experiências e em especial os grandes irmãos de orientação Juliana e Diego (Mingau) a

ajuda de vocês durante esta jornada foi muito importante e com certeza me fez crescer como pessoa e profissional.

Aos amigos de pós-graduação Roberta (Roberts), Rodrigo (Vidal), Daniel, Daniela (tosca), Cintia, Estela, Marcela (Curica), Giovani, Rafael, e em especial Gustavo (Little Potato Sugarcane) pela ajuda na elaboração do projeto e Ana Paula (Nanica) pelo auxílio nas análises microbilógicas e ao Daniel (Sassa) que sempre me ajudou na solução dos mais diversos problemas.

Aos contemporâneos da pós-graduação Nailson (baiano), Estevão (Carcaça), Oscar, Herimar (Claudia Leite), Matheus (Fedo), Yan, Liziane, Bruno, André, Vitor, Grayci, Maria Fernanda, Everton (Xanxe), Alessandro (Seuba), Raul, Pedro (Daiane dos Santos) e Raquel pelo convívio.

Aos estagiários, Rafael (Zóio), Thiago (Binho), Marcelo (Sebinho), Gabriela (Xucreti), Natieli (Apaloosa), Natalie (Pitanga), Ismael (Taioba) e Leonardo (Piranha) pela ajuda na condução dos experimentos.

A Dona Tereza, por toda dedicação e carinho que cuidou da nossa república.

Ao nosso vizinho Toninho e família, que sempre esteve disposto a nos ajudar e por ter cuidado da Branquinha em nossos momentos de ausência

Não podia deixar de agradecer a nossa companheira de república Branca (gorda), que durante todos estes anos, suportou a nossa perturbação sem nunca nos morder, e quando não está dormindo eventualmente faz a segurança da república.

A todos que não foram citados, mas que colaboraram de alguma forma para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos vocês o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

Página

Resumo IV

Abstract V

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS 1

1. Introdução 1

2. Revisão de Literatura 3

2.1. Cana como volumoso para bovinos 3

2.2. A variedade IAC 86-2480 5

2.3. Utilização de agentes alcalinizantes em volumosos 6

2.3.1. Ação dos agentes alcalinizantes sobre a fração fibrosa dos alimentos 7

2.3.2. Ação dos agentes alcalinizantes sobre microrganismos 8

2.3.3. Resultados experimentais utilizando agentes alcalinizantes 9

2.3.4. Uso das cales 11

2.3.4.1. Definição e obtenção 11

2.3.4.2. Tipos e composição química 12

2.3.4.3. Formas de aplicação das cales 15

2.4. Composição bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada 17

2.5. Ensaios experimentais envolvendo animais ruminantes alimentados com cana-de-açúcar hidrolisada 19

3. Referências Bibliográficas 24

CAPÍTULO 2 – ESTABILIDADE AERÓBIA E DINÂMICA DE DESENVOLVIMENTO DE MICRORGANISMOS DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* HIDROLISADA COM CAL VIRGEM (CaO) 34

Resumo 34

Abstract 35

1. Introdução 36

2. Material e Métodos 37

3. Resultados e Discussão 39
4. Conclusões 46
5. Referências Bibliográficas 46
CAPÍTULO 3 – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DIGESTIBILIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* HIDROLISADA COM CAL VIRGEM (CaO). 48
Resumo 48
Abstract 49
1. Introdução 50
2. Material e Métodos 51
3. Resultados e Discussão 53
4. Conclusões 63
5. Referências Bibliográficas 63
CAPÍTULO 4 – CONCENTRAÇÕES DE MACRO, MICROMINERAIS E MINERAIS TÓXICOS NA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* HIDROLISADA COM CAL VIRGEM (CaO). 65
Resumo 65
Abstract 66
1. Introdução 67
2. Material e Métodos 68
3. Resultados e Discussão 69
4. Conclusões 75
5. Referências Bibliográficas 75
CAPÍTULO 5 – DESEMPENHO, CONSUMO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE NOVILHAS ANGUS X NELORE ALIMENTADAS COM CANA HIDROLISADA 77
Resumo 77
Abstract 78
1. Introdução 79
2. Material e Métodos 81
3. Resultados e Discussão 85
4. Conclusões 89

5. Referências Bibliográficas 89
CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES 92

Cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem (CaO) e diferentes tempos de exposição ao ar na alimentação de bovinos

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar o valor nutritivo da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. Foram avaliados as variáveis correlacionados com a estabilidade aeróbia, pH microrganismos, composição bromatológica, teores de macro, microminerais, metais tóxicos, digestibilidade, ganho de peso e consumo. Para análise estatística do consumo e ganho de peso foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento, a análise estatítica das demais variáveis foi feita utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as doses de cal alocados nas parcelas (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 %) e os tempos de exposição ao ar nas subparcelas (0, 24, 48, 72 e 96 horas), com quatro repetições por tratamento. As médias em ambos os casos foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Foi encontrado efeito significativo para todas as variáveis estudas com exceção daquelas relacionadas ao desempenho e consumo. A cal virgem foi capaz de aumentar a estabilidade aeróbia e controlar o desenvolvimento dos microrganismos (leveduras principalmente), solubilizar a fração fibrosa da cana e aumentar a digestibilidade, porém estes efeitos não ocasionaram um maior consumo nem maior desempenho dos animais alimentados com este volumoso, indicando que outros fatores podem estar influenciando no desempenho dos animais. Com o passar das horas a cana-de-açúcar diminui o seu valor nutritivo porém esta diminuição é menor para os tratamentos que continham a cana-de-açúcar tratada com cal virgem.

Palavras chaves: tratamento alcalino, valor nutritivo, microrganismos, óxido de cálcio

Sugarcane hydrolyzed with increasing doses of lime (CaO) and different times of exposure to air in cattle feed.

ABSTRACT - This study objective was evaluete sugar cane nutritional value of in cattle feeding. Variables correlated were evaluated with aerobic stability, pH microorganisms, bromatologic composition, levels of macro, microminerals, toxic metals, digestibility, weight gain and consumption. For consumption and weight gain statistical analysis a randomized design with four replicates per treatment was used, analysis statistical for other variables were made using randomized design in a split-plot, and the doses of lime allocated in pieces (0 , 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0%) and the time of exposure to air the subplots (0, 24, 48, 72 and 96 hours), with four replicates per treatment. The averages in both cases were compared using the Tukey test at 5% level of probability. Significant effect was found for all the variables studied except those related to the performance and consumption. The lime was able to increase aerobic stability and control the micro-organisms (mainly yeasts) development, solubilizing cane fibrous fraction cane and increasing digestibility, but these effects do not lead to higher consumption and higher performance of animals fed with forage, indicating that other factors may be influencing animals performance. With the passing of the hours the sugar cane diminish their nutritional value but this reduction is lower for the treatments that contained the sugar cane treated with lime.

Key words: alkali treatment, nutritional value, microorganisms, calcium oxide

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura brasileira tem grande importância para o desenvolvimento nacional, visto que, além de ter o papel social de fixar o homem no meio rural, o leite a carne e seus derivados têm presença marcante no hábito alimentar do brasileiro. Junto a isso, o Brasil nos últimos anos tem elevado potencialmente a sua participação no mercado internacional destes produtos.

Há décadas os pecuaristas no Brasil sofrem com a sazonalidade da produção forrageira e para eliminar este efeito ou pelo menos atenuá-lo vem utilizando tecnologias como o pastejo diferido, a suplementação com rações concentradas e a ensilagem de forrageiras como os capins, milho e sorgo.

Outra opção que vem sendo estudada há algumas décadas é a utilização da cana-de-açúcar como volumoso na alimentação dos bovinos, isto se deve principalmente ao fato da sua época de colheita ser na entressafra da produção das pastagens e também pela sua alta produtividade.

Dois pontos negativos são relevantes na utilização da cana-de-açúcar. O primeiro é em relação à baixa digestibilidade da porção fibrosa da cana, esta baixa digestibilidade tem causado um baixo consumo de matéria seca, logo uma baixa ingestão de nutrientes. O segundo está relacionado ao corte diário da cana que onera o custo de produção dos sistemas onde a cana está inserida e também reduz a qualidade de vida do produtor rural porque este tem a necessidade de cortar a cana seja nos finais de semana como também nos feriados.

Com o intuito de aumentar a digestibilidade da fração fibrosa dos mais diversos alimentos volumosos a adição de alguns produtos químicos (agentes alcalinizantes - hidrólise) sobre alguns ingredientes volumosos, vem sendo estudada desde a década de 20, dentre eles os mais utilizados são, hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio, amônia anidra e mais recentemente óxido de cálcio. Esses agentes atuam solubilizando

parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “intumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo JACKSON (1977), conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com KLOPFENSTEIN (1978) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste, leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

Estes agentes alcalinizantes também seriam capazes de conservar o material já picado, isto é, reduzir a necessidade de cortes diários do canavial podendo ocasionar uma melhora na logística de utilização da cana-de-açúcar.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o valor alimentício da cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem na alimentação de bovinos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cana como volumoso para bovinos

A cana-de-açúcar é uma cultura em franca expansão no território nacional, sendo o estado de São Paulo o maior produtor de cana do Brasil, este aumento na área plantada é devido ao aumento na produção de etanol causado pelo interesse das grandes potências em utilizar combustíveis renováveis e consequentemente reduzir a dependência dos países produtores de petróleo. Por outro lado, esta espécie forrageira também tem grande importância no setor pecuário das nações tropicais, tendo o Brasil como berço de difusão de tecnologia (AMARAL, 2007). O Brasil é atualmente o maior produtor de cana-de-açúcar, com área cultivada de aproximadamente, 5,5 milhões de hectares, estimando-se que 10 % desta área seja destinada à alimentação animal, sendo produzidos em torno de 30 milhões de toneladas de massa verde (LANDELL et al., 2002).

Características como colheita na entressafra, alta produção de matéria seca por hectare, custo da matéria seca relativamente baixo, fácil manejo e pouco risco agronômico em comparação com as culturas tradicionalmente utilizadas como o milho para a produção de silagem, tem feito da cana-de-açúcar uma opção para a alimentação animal nas pequenas e grandes propriedades rurais. Esta forrageira inicialmente foi preconizada para ser utilizada na forma *in natura* e mais recentemente na forma de silagem.

A idéia da utilização da cana como volumoso não é recente, PEIXOTO et al. (1974) citado por BIONDI et al. (1978) esclarecem que já existem relatos de seu aproveitamento na alimentação animal, em específico para ruminantes, desde 1893.

Na literatura nacional um dos primeiros relatos da utilização da cana na alimentação animal foi feito na década de 40 (ATHANASSOF, et al., 1940).

Estudos comparativos da substituição das silagens de milho ou de sorgo pela cana na alimentação de vacas em lactação são feitos no Brasil desde o início da década de 50 (JARDIM et al., 1951; citado por NAUFEL et al., 1969).

Os trabalhos do final da década de 60 e década de 70 são unânimes em concluir que a cana deprime a ingestão de matéria seca (IMS) e em conseqüência a produção de leite, porém estes trabalhos confirmam o potencial da cana na alimentação de vacas em lactação, ressalvando que esta forrageira deve ser sempre suplementada com minerais e fonte de proteína e de preferência não ser utilizada como única fonte de volumoso (NAUFEL et al., 1969; NOGUEIRA FILHO et al., 1977 e BIONDI et al., 1978).

NOGUEIRA FILHO et al. (1977) e BIONDI et al. (1978) comentam que a diminuição na IMS é devido ao baixo teor protéico e que nem a inclusão de farelos protéicos como o farelo de algodão e o farelo de soja melhoraram os resultados. Estes autores acreditavam que a real explicação para este decréscimo na IMS está correlacionado com a quantidade elevada de sacarose presente na cana. A sacarose em excesso provoca redução do pH ruminal, prejudicando principalmente as bactérias celulolíticas: *Bacteróides succinogenes, Ruminococcus parvum e Ruminococcus flavefaciens* e favorecendo a proliferação de bactérias fermentadoras de lactatos e *Streptococcus bovis* que conseguem desenvolver-se em meio mais ácido. Ao mesmo tempo em que são inibidas as condições para melhor digestão da celulose, a cana fornece grande quantidade de fibras, com elevado teor de lignina.

Deve-se comentar que nenhum destes trabalhos das décadas de 60 e 70 utilizaram fontes de nitrogênio prontamente disponíveis no rúmen, como por exemplo, a uréia na formulação das suas dietas, fato que colaborou para este menor desenvolvimento dos microrganismos celulolíticos, visto que estes microrganismos utilizam preferencialmente amônia para a produção de proteína microbiana, logo degradação da fibra.

O dogma de ser considerado um volumoso restrito a animais de baixo potencial produtivo, quer seja para produção de leite ou carne, preconizado por pesquisadores e técnicos nos idos dos anos 70 e 80, vem sendo substancialmente renegado. Encontrava-se na literatura citações taxando a utilização da cana-de-açúcar para vacas com produção até 10 kg leite/dia. Atualmente, trabalhos de pesquisa e experiências práticas mostram que a cana-de-açúcar pode e deve ser utilizada para animais de alta produção (REIS et al. 2006).

HERNANDEZ (1998) obteve taxas de ganho de peso variando entre 1,53 e 1,81 kg por dia, em bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar como único volumoso (48 % da MS), suplementados com misturas concentradas compostas por milho, farelo de soja, uréia e minerais.

Segundo NUSSIO et al. (2005) a competência adquirida em formulações de rações contendo cana-de-açúcar, a adoção de práticas de manejo e o lançamento de variedades mais apropriadas à alimentação animal demonstram possibilidade de bons desempenhos, sob menor custo com o uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.

2.2. A variedade IAC 86-2480

Com o aumento da utilização da cana-de-açúcar pelos pecuaristas, os centros de pesquisa começaram a desenvolver variedades destinadas a alimentação animal.

Há alguns anos foi lançado a variedade de cana-de-açúcar IAC 86-2480 conhecida como cana forrageira. De acordo com LANDELL et al. (1997 e 2002), trata-se de uma variedade de maturação precoce, baixo teor de fibra, alta relação Brix:FDN, alta digestibilidade e os animais alimentados com esta variedade apresentam conversão alimentar superior a animais alimentados com outras variedades de cana utilizadas rotineiramente pelos produtores rurais.

MARGARIDO (2006) comentou que cultivares de cana-de-açúcar considerados precoces podem ser utilizados a partir do mês de julho do ano subseqüente ao plantio, independentemente se a cana foi plantada de setembro a novembro (cana-de-ano) ou plantadas de janeiro a abril (cana-de-ano e meio) (SEGATO et al. 2006).

2.3. Utilização de agentes alcalinizantes em volumosos

Há várias razões pelas quais se justifica usar o tratamento químico de volumosos, principalmente nos países tropicais em desenvolvimento. Uma das razões reside na simplicidade da técnica, podendo ser adotada tanto pelo pequeno produtor como pelos grandes sistemas de produção de ruminantes. Outra razão está ligada ao aumento da produção dos ruminantes que pode ser sensível nas pequenas propriedades, tipicamente aumentando a taxa de crescimento dos animais, sem ser aplicados outros recursos de alimentação de alto custo, como os suplementos protéicos e energéticos tradicionais (REIS et al. 2006).

A utilização de agentes alcalinos para o tratamento de volumosos de baixo valor nutritivo teve início na Alemanha (década de 20), com o método denominado de Beckmann, estas primeiras publicações demonstraram aumentos lineares na digestibilidade da matéria orgânica (BECKMANN (1919), FINGERLING (1919 e 1924), FINGERLING et al (1923) citados por HOMB (1984)).

LACEY et al. (1981) descrevem algumas características desejáveis que esses aditivos devem possuir, tais como: a) baixa toxicidade para os mamíferos; b) efeito sobre microrganismos deterioradores (fungos, leveduras e bactérias); c) baixos níveis de perdas por volatilização; d) amplo espectro de ação; e) ser solúvel em água.

Os agentes alcalinos já vêm sendo usados a vários anos com o intuito de melhorar a digestibilidade de alimentos volumosos de baixo valor nutritivo, e também melhorar o perfil de fermentação e redução de perdas de matéria seca em volumosos conservados através da ensilagem. Esses compostos químicos, hidróxido de sódio (soda cáustica - NaOH), hidróxido de cálcio [$Ca(OH)_2$], amônia anidra (NH_3) e, mais recentemente, óxido de cálcio (cal virgem - CaO), são utilizados em resíduos agrícolas como palhadas, sabugos de milho e bagaço de cana-de-açúcar com o intuito de melhorar a qualidade destes alimentos e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas que os contém por parte dos animais que são alimentados com estes produtos (CALDERON & SHIMADA 1980 e ALLI et al. 1983).

2.3.1. Ação dos agentes alcalinizantes sobre a fração fibrosa dos alimentos

Os agentes alcalinizantes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “intumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo JACKSON (1977), confere a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com KLOPFENSTEIN (1978) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

Segundo BERGER et al. (1994) o objetivo do tratamento de forragens é aumentar o consumo de alimentos com alto teor de fibra, com base na melhora na taxa ou extensão de digestão e na disponibilidade de nutrientes.

De acordo com VAN SOEST (1994), algumas ligações que ocorrem durante a formação da parede celular são susceptíveis a ação de agentes alcalinizantes. O aumento da disponibilidade de nutrientes pode ser feito por meio da quebra das ligações entre lignina e os carboidratos da parede celular ou ainda, pela hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, resultando na liberação de açúcares solúveis.

Durante a formação da parede celular de gramíneas, as ligações tipo éster que ocorrem entre os açúcares presentes nas cadeias ramificadas da hemicelulose e da pectina e os ácidos precursores da lignina principalmente, o ácido ferúlico e *p*-coumárico são hidrolisadas por uma reação de saponificação. Após a reação, ocorre a quebra desse complexo com posterior liberação de hemicelulose, pectina e dos ácidos ferúlico e *p*-coumárico. Da mesma forma, as ligações cruzadas entre a lignina e os polissacarídeos da parede celular também são hidrolisadas resultando na liberação do carboidrato livre da lignina (SANTOS, 2007).

2.3.2. Ação dos agentes alcalinizantes sobre microrganismos

Antes de iniciarmos a revisão deste tópico, é relevante comentar que há escassez de resultados envolvendo a ação dos agentes alcalinos, no controle dos microrganismos indesejáveis em volumosos que não sofrerão algum processo de armazenagem (silagem ou feno) por um longo período (meses). No entanto, é grande o número de trabalhos comprovando a eficácia dos agentes alcalinizantes sobre os microrganismos tanto na fase de anaerobiose quanto na fase de aerobiose de silagens (SIQUEIRA, 2005a). A utilização de agentes alcalinizantes em silagens tem como principais objetivos a melhora no perfil de fermentação, redução das perdas de matéria seca e no caso da ensilagem da cana-de-açúcar a redução da produção de etanol, a produção de etanol na silagem de cana é feita pelas leveduras que através da fermentação alcóolica transformam glicose em etanol, CO_2 e H_2O (McDONALD et al. 1991).

ALLI et al. (1983) avaliaram o padrão de fermentação de silagem de cana-de-açúcar aditivada (16,9 kg NH_3/t de MS), constatando redução na população inicial de leveduras e mofos, e menor produção de etanol.

Em estudo realizado por PEDROSO (2003), onde foram avaliadas doses crescentes de NaOH (0; 1; 2; e 3 %) contatou-se elevação de 65 (controle) para 120 horas para atingir 2 ºC acima da temperatura ambiente (dose 1 %), porém a medida que aumentou a dose de NaOH houve redução da estabilidade, segundo SIQUEIRA (2005a), esta redução ocorreu devido provavelmente a solubilização dos componentes da parede celular, sugerindo que houve aumento da disponibilidade de carboidratos, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos na presença de oxigênio.

Nas últimas três décadas, os volumosos (excluindo-se os volumosos utilizados para silagem) tratados com os agentes alcalinos eram alimentos de baixo valor nutritivo que possuíam como principais características grande quantidade de carboidratos fibrosos e reduzida digestibilidade. Com a idéia do tratamento da cana-de-açúcar *in natura* com estes agentes criou-se um problema até então inexistente. A cana-de-açúcar é um volumoso composto principalmente de carboidratos solúveis e carboidratos

fibrosos, esta grande concentração de carboidratos solúveis torna-se um substrato excelente para o desenvolvimento de leveduras que consequentemente deterioram o material reduzindo o seu valor nutritivo.

Porém, como o descrito para as silagens, os agentes alcalinizantes tem o poder de alterar o perfil de fermentação e controlar o desenvolvimento de leveduras o que torna interessante a sua utilização no tratamento da cana-de-açúcar *in natura*, isto é, os agentes alcalinizantes além de melhorar o valor nutritivo da cana-de-açúcar devido a sua ação sobre a fibra, também atuaria sobre o desenvolvimento dos microrganismos (principalmente leveduras), reduzindo a sua taxa de crescimento, consequentemente tornando possível a estocagem deste material por um período superior ao da cana sem tratamento.

A visão da cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada pode ser comparada com dois momentos da ensilagem, o primeiro seria entre o corte da forrageira até o momento da compactação e fechamento do silo e o segundo no momento de abertura da silagem e sua posterior utilização, ambos os momentos tem como característica a entrada de ar no material e possível desenvolvimento de leveduras na massa ensilada.

De acordo com SIQUEIRA et al. (2005), o número de leveduras em algumas forragens podem ser baixo (< 200 unidades formadoras de colônias (UFC) por grama) e caracteriza aquelas que não são danosas a silagem. Porém, no período que vai da colheita a poucas horas após o fechamento do silo elas são capazes de se multiplicarem até uma carga entre 100 a 10.000 UFC/g nas áreas centrais dos silos e entre 10.000 a 100.000 UFC/g nas zonas periféricas.

2.3.3. Resultados experimentais utilizando agentes alcalinizantes

Os primeiros trabalhos utilizando agentes alcalinizantes como aditivos de silagem foram realizados nos 60 nos Estados Unidos, estes experimentos utilizavam como agente alcalinizante o calcário (carbonato de cálcio – $CaCO_3$) associados à uréia (JOHNSON et al. 1967).

Vários destes trabalhos concluíram que o calcário foi um dos aditivos que apresentaram melhor resultado com relação ao aumento dos ácidos orgânicos no material ensilado (ESSIG, 1968; OWENS et al. 1969).

Com a melhora no valor nutritivo na silagem demonstrada nos trabalhos supracitados era esperado que os animais alimentados com este volumoso apresentassem desempenho superior, porém os resultados apresentados na época foram contraditórios.

OWENS et al. (1969), relataram que houve aumento na conversão alimentar de animais recebendo rações a base desses volumosos. ESSIG, (1968) em sua revisão afirma que as silagens tratadas com uréia mais calcário apresentavam eficiência de utilização 5 % maior que silagens não tratadas.

KLOSTERMAN et al. (1960) não encontraram diferença significativa no ganho de peso de novilhos de corte recebendo silagem de milho sem aditivo ou tratada com fonte de carbonato de cálcio. SIMKINS et al. (1965), não observaram elevação significativa na produção de leite de vacas tratadas com silagens aditivadas com calcário.

Na década de 70 foram apresentados os primeiros estudos da utilização de agentes alcalinizantes na ensilagem da cana-de-açúcar, nestes estudos o agente alcalinizante usado foi o NaOH e os resultados apresentados foram a redução significativa no teor de etanol das silagens (CASTRILLÓN et al. 1978). Também nesta mesma década, OLOLADE et al. (1973), demonstraram aumento significativo na digestibilidade da matéria seca e da FDN de diferentes tipos de palhadas tratadas com NaOH.

No Brasil a utilização de agentes alcalinizantes foi iniciada na década de 80 sendo os trabalhos publicados no início da década de 90 (REIS et al. 1990a; REIS et al. 1990b; REIS et al. 1991). Segundo REIS et al. (1990b) trabalhando com duas doses de NH_3 (1,5 e 3,0 % MS) a aplicação do aditivo proporcionou aumento na digestibilidade *in vivo* da MS e dos componentes da fração fibrosa do feno de braquiária decumbens.

Nos anos 90 alguns pesquisadores iniciaram estudos da hidrólise do bagaço da cana embasados nos resultados positivos encontrados nas décadas de 70 e 80 (CANDIDO et al. 1999).

Recentemente no final do século XX e início do século XXI surgiram os primeiros estudos nacionais utilizando agentes alcalinizantes como aditivos na cana-de-açúcar. PEDROSO (2003) avaliando a silagem da cana-de-açúcar com diversos aditivos químicos e microbianos demonstraram que os melhores resultados de digestibilidade *in vitro* foram encontrados para as silagens tratadas com NaOH.

A utilização de aditivos químicos na ensilagem de gramíneas tropicais tem como objetivos principais evitar o desenvolvimento de microrganismos em silagens tradicionais e melhorar o processo fermentativo da ensilagem da cana-de-açúcar, com vistas ao controle da produção de etanol. (PEDROSO, 2003 e BERNARDES, 2007).

Neste contexto os pesquisadores começaram a procurar opções de agentes alcalinizantes para substituir aqueles mais utilizados em especial o NaOH, isto porque os agentes utilizados até o momento eram tóxicos, corrosivos, de difícil aquisição, manuseio e caros. Desta forma iniciaram os estudos envolvendo o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada com a cal virgem e a cal hidratada.

BALIEIRO NETO et al. (2005a e b) avaliando o efeito de doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar para silagem concluiu que este aditivo ajudou a conservar o material ensilado no pós abertura, como também reduzir as perdas de matéria seca.

Resultados positivos da utilização da cal no processo de ensilagem da cana-de-açúcar são descritos nos trabalhos de LIMA et al. (2007), OLIVEIRA et al. (2007a) e ROTH et al. (2007).

2.3.4. Uso das cales

2.3.4.1. Definição e obtenção

As rochas moídas, misturas de calcita e dolomita utilizadas na agricultura para a correção de solos ácidos, possuem em sua composição carbonatos de cálcio ($CaCO_3$) e de magnésio ($MgCO_3$) que são pouco solúveis em água. Podem ainda conter impurezas como matéria orgânica, silicatos, fosfatos, sulfetos, sulfatos e outros óxidos.

O processo de calcinação (aquecimento) dessas rochas tem como produto final o óxido de cálcio (CaO), também conhecido como cal virgem. Este produto é classificado como um óxido básico. A reação desse óxido com a água produz o hidróxido de cálcio $Ca(OH)_2$, uma base da família dos metais alcalinos terrosos que apresenta grau de dissociação elevado e solubilidade em água reduzida, porém superior aos produtos que lhe deram origem. O processamento das rochas calcárias para a geração de compostos mais reativos, traz como benefício adicional a obtenção de produtos livres de elementos tóxicos. Dessa forma, esses produtos podem ser utilizados como aditivos na produção animal sem ocasionar risco de intoxicação alimentar (SANTOS, 2007).

2.3.4.2. Tipos e composição química

Várias cales têm sido empregadas na hidrólise alcalina da cana-de-açúcar, no entanto a cal virgem microprocessada cujo componente hidrolisante é o óxido de cálcio e a cal hidratada que possui como componente hidrolisante o hidróxido de cálcio $Ca(OH)_2$, com alta concentração tanto de óxido quanto de hidróxido de cálcio tem sido as mais utilizadas.

A principal diferença entre os dois tipos de cal é a presença de água na cal hidratada o que facilita a sua utilização pelo fato desta dissolver mais facilmente, evitar aquecimento, possuir menor quantidade de resíduo (decantação) e eliminar os aerossóis.

As cales utilizadas nos experimentos até o momento demonstrados apresentam composição química relativamente variada, o que de certo modo dificulta a comparação entre resultados, isto quando não ocorre da composição química da cal ser omitida como apresentado por LIMA et al (2007), MORAES et al. (2008) e FREITAS et al (2008a e b).

Além da variação no teor dos seus principais constituintes, existe a possibilidade da presença de metais pesados na cal. MALAVOLTA (1994) relata teores variando de 5 – 100 ppm de Pb em calcários de acordo com a literatura internacional e 23 – 28 ppm

nos calcários produzidos em Minas Gerais, Brasil. A afirmação de MALAVOLTA (1994), nos indica que pode ocorrer a presença de Pb na cal, haja visto que esta é produzida a partir da calcinação ou queima do calcário (ALCARDE, 2005).

A composição química das cales é de extrema importância para que se obtenha resultados positivos na hidrólise. Esta mesma composição também deve ser observada com parcimônia ao comparar resultados de experimentos distintos, sendo que, teores reduzidos de CaO (cal virgem) ou $Ca(OH)_2$ (cal hidratada) podem causar resultados negativos quando os mesmos forem utilizados como agentes alcalinizantes.

Devido a variação na composição química das cales os técnicos responsáveis pela formulação de dietas que venham a utilizar a cana hidrolisada devem ter atenção redobrada para o balanceamento, principalmente nos teores de minerais, tanto a relação Ca:P como os teores de Mg podem ser drasticamente alterados de acordo com a composição química da cal utilizada e da dose empregada na hidrólise. Outro cuidado a ser tomado é que frequentemente os teores demonstrados nos rótulos não são pontuais sendo apresentados em quantidades mínimas e máximas de determinado composto químico.

MACEDO (2007), ao comparar doses de cal virgem e tamanho de partículas na hidrólise da cana, concluiu que apenas doses acima de 1,0% de cal virgem apresentaram resultados positivos em relação à redução nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), este resultado pode estar relacionado ao baixo teor de CaO presente na cal empregada neste estudo que era de 53,10 %, desta forma o autor concluiu que esta cal não é adequada para a hidrólise. Diversos autores têm encontrado resultados positivos em relação à redução da FDN com dose de 0,5% como CARDOSO (2007), que utilizou cal virgem com 87,30% de CaO disponível e MOTA (2008) que utilizou cal virgem e cal hidrata com 90,00 % CaO e 95,00 % $Ca(OH)_2$ respectivamente.

Na Tabela 1 seguem alguns resultados de composição química das cales utilizadas em vários trabalhos, estas composições químicas na maioria das vezes são aquelas encontradas nos rótulos dos produtos, podendo os mesmos sofrer alguma variação.

Tabela 1: Composição química das cales virgem e hidratada micropulverizada

Tipos de cales	Concentração* (%)													Trabalho
	CaO Total	CaO disponível	$Ca(OH)_2$	Carbonato residual	MgO	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	S	Mn	CO_2	P	Resíduo insolúvel	
Cal virgem	90,0	---	---	---	0,50	0,30	1,40	0,15	0,07	---	---	---	---	MOTA (2008)
Cal hidratada	---	---	95,00	---	1,50	0,20	---	0,20	---	0,008	---	---	---	MOTA (2008)
Cal virgem	53,10	---	---	1,90	38,50	---	---	---	---	---	---	---	2,70	MACEDO (2007)
Cal virgem	---	87,30	---	---	0,4	0,30	1,40	0,20	0,07	---	1,50	---	---	CARDOSO (2007)
Cal virgem	94,59	---	---	---	0,36	0,50	1,80	0,22	0,09	---	1,26	0,09	---	BALIEIRO NETO, et al. (2008a)
Cal hidratada	64,30	---	---	---	0,37	0,34	0,07	0,30	0,07	---	1,14	0,00	---	BALIEIRO NETO, et al. (2008a)
Cal virgem	94,10	87,30	---	---	0,40	0,30	1,4	0,20	0,07	---	1,50	---	---	OLIVEIRA, et al. (2007a)
Cal virgem	94,08	---	---	---	0,0	---	0,62	---	---	---	---	---	---	SANTOS (2007)
Cal hidratada	72,50	---	95,50	---	1,50	---	---	---	---	---	---	---	---	ALVES, et al. (2007)

* As concentrações dos componentes das cales apresentadas são compilações dos referidos trabalhos sendo os teores nem sempre descritos de onde foram obtidos, seja pela análise da cal ou fornecido pelos fabricante.

2.3.4.3. Formas de aplicação das cales

Nos últimos anos tem aumentado o número de trabalhos avaliando a cal virgem ou cal hidratada na hidrólise da cana-de-açúcar em conseqüência deste aumento de publicações um número cada vez maior de técnicos e empresas vem utilizando está técnica no dia a dia das fazendas as quais utilizam à cana-de-açúcar como volumoso.

Umas das dúvidas que aparecem corriqueiramente entre as pessoas que passaram a utilizar está técnica é quanto a forma de aplicação das cales, ou seja, as cales devem ser aplicadas em pó ou dissolvidas em água (calda)? Se dissolvidas em água qual o volume de água necessário?

Primeiramente deve-se ter em mente que as cales são produtos corrosivos o que torna obrigatório a utilização de equipamentos de proteção individual como calça, sapatos fechados, luvas, bastão para a mistura da calda e no caso da cal virgem um recipiente resistente, porque quando se mistura a cal virgem com a água ocorre uma reação exotérmica podendo causar o rompimento do recipiente caso o mesmo seja feito de material muito frágil.

As formas de aplicação das cales apresentadas na literatura tanto para cana *in natura* quanto para silagem são as seguintes: em pó ou dissolvidas em água na quantidade de 2 a 4 litros da calda com a respectiva dose de cal/100 kg de matéria natural (MN) da cana.

O principal ponto de estrangulamento no caso da cal em pó é a dificuldade na aplicação para grandes quantidades de cana picada. No caso específico da cal virgem, tem a questão da formação de aerossóis (deve-se ter cuidado especial com os olhos).

Com relação a cal hidratada, e em particular com a aplicação em solução, a possibilidade da homogeneização é maior e mais adequada, além do fato de estar disponível, no mercado, aplicadores (“Kits”) que podem ser acoplados em picadeiras fixas ou móveis, permitindo a hidrólise de grandes quantidades de cana para rebanhos numerosos.

A escolha da aplicação das cales na forma dissolvida é encontrada com maior freqüência quando comparada com a forma em pó, sendo alterada apenas o volume de água utilizado como solvente (2 a 4 litros de água).

O fato de maior influência em relação à escolha da quantidade de água é o tipo e a dosagem de cal. A cal virgem apresenta maior dificuldade de dissolver quando comparada à cal hidratada, isto porque a cal hidratada já apresenta em sua composição aproximadamente 20% de água.

Ao optar pela utilização de doses de cal de até 0,5 % o uso de 2 litros de água/100 kg de MN de cana tem apresentado bons resultados (OLIVEIRA, (2007a), OLIVEIRA (2007b), MOTA (2008), BALIEIRO NETO (2008a), BALIEIRO NETO (2008b))

Dosagens superiores a 0,5 % de cal virgem apresentam dificuldade de dissolver quando utilizado apenas 2 litros de água/100 kg de MN de cana, desta forma ao optar pela hidrólise da cana com dosagens superiores a 0,5 % de cal virgem o uso de quantidades superiores de água (4 litros de água/100 kg de MN de cana) tem facilitado a aplicação. (TEIXEIRA JÚNIOR, et al. (2007), SANTOS (2007), CARDOSO (2007), MACEDO (2007)).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2008) a forma de aplicação (pó ou dissolvida) não interferiu nos resultados de composição bromatológica e digestibelidade *in vitro* da MS, FDN e FDA, cabendo ao produtor rural optar pela forma de aplicação que melhor lhe convier.

SANTOS (2007), ao comparar doses crescentes de cal virgem e formas de aplicação (seco – pó ou dissolvida) não encontrou alteração significativa no valor nutritivo da cana. Somente para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e orgânica foi constatado desempenho superior para o modo de aplicação na forma seca do aditivo.

MORAES et al. (2008), utilizaram 1,0% de cal virgem na base da matéria natural da cana sem diluir em água (pó), estes autores afirmam que não há necessidade de se dissolver a cal em água, pois a cana possui quantidade de água suficiente para que ocorra a hidratação do CaO para a formação do hidróxido, ou seja, precisa-se de 1,0

mol de H_2O para cada mol de CaO para a formação do $Ca(OH)_2$, assim para cada 56 g de cal são necessários 18,0 g de água. PANCOTI et al. (2007), HENRIQUES et al. (2007) também optaram pela aplicação das cales na forma de pó.

É importante salientar que a água utilizada para dissolver a cal e preparar a calda é apenas um veículo para facilitar a aplicação das cales e permitir maior contato das partículas de cana com a cal.

De acordo com o exposto acima a escolha da aplicação das cales na forma em pó ou dissolvida deve ser baseada na operacionalidade do sistema, ou seja, as cales podem ser aplicadas na forma de pó ou diluída cabendo ao responsável pela aplicação a escolha pela forma mais prática.

2.4. Composição bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada

Nos últimos anos o número de trabalhos envolvendo a cana-de-açúcar hidrolisada tem aumentado de maneira relevante, o que demonstra o interesse do meio científico como também a procura dos produtores pelos verdadeiros resultados da implantação desta técnica. No entanto a grande maioria destes trabalhos são resumos publicados em anais de congresso.

A hidrólise alcalina já é utilizada há muito tempo, no entanto a hidrólise da cana-de-açúcar visando a sua utilização horas após o tratamento é de certa forma recente sendo um dos trabalhos pioneiros o de OLIVEIRA et al. (2002) que avaliaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da cana-de-açúcar hidrolisada com NaOH. Neste artigo os autores avaliaram o poder de hidrólise do NaOH nas doses de 1,0; 1,5; 2,0 % tendo como controle a cana sem NaOH, os resultados foram valores de DIVMS de 60,03; 60,63; 64,31; 63,07 % nas doses 0; 1,0; 1,5; 2,0 % de NaOH respectivamente, de acordo com os autores apenas as doses de 1,5 e 2,0 % aumentaram a DIVMS.

Baseado nos resultados apresentados por OLIVEIRA et al. (2002) e EZEQUIEL et al. (2001) todos trabalhando com a cana hidrolisada com o NaOH, diversos

pesquisadores iniciaram estudos visando a hidrólise da cana, porém nestes estudos tem se utilizado a cal virgem ou hidratada que é um agente alcalinizante menos tóxico, menos corrosivo e mais barato do que o NaOH o que poderia facilitar a sua utilização por parte dos pecuaristas.

HENRIQUES et al. (2007) ao avaliar a composição bromatológica e a degradação *in situ* da FDN da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em diferentes doses de inclusão (0; 0,5; 1,0 e 1,5 %) e tempos de armazenagem (0; 24; 48 e 72 horas), inferiram que a inclusão de CaO produz hidrólise da parede celular resultando em menores teores de FDN, FDA e Lignina. Nas condições testadas, a cana-de-açúcar pode ser armazenada por até 72 horas, porém, quanto maior o tempo que esta permaneça armazenada maior será a necessidade de proteína bruta adicionada à dieta. A inclusão de CaO aumenta a fração potencialmente degradável e a taxa de degradação ruminal da FDN.

MACEDO (2007) descreve uma redução nos teores de PB, FDN, FDA e um aumento nos teores de MS e MM a medida em que se aumentava a dose de cal. Além das variáveis descritas anteriormente este autor também mensurou os teores de carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Os teores de CHO reduziram a partir da dose 1,0 %; os maiores teores de CNF foram encontrados na dose de 1,0 %; já em relação ao NDT este foi superior na cana tratada com a cal virgem, quando comparado a cana *in natura*. Neste mesmo trabalho foi avaliado o tamanho de partícula da cana (0,5 e 1,0 cm) não houve efeito significativo em nenhuma variável bromatológica avaliada como também não ocorreu interação entre as doses e o tamanho de partícula.

SANTOS (2007) avaliando a hidrólise da cana com doses crescentes (0; 0,5; 1,0 e 1,5 % MV) de cal virgem (94,08 % CaO), e a forma de aplicação (pó ou dissolvida) em tempos variando de 0 a 240 horas, inferiu que o tratamento com cal virgem aplicado à cana picada e armazenada em amontoados apresentou pouco efeito sobre as variáveis químico bromatológicas. Apenas no período imediatamente após a adição do aditivo foi constatada solubilização parcial da hemicelulose e manutenção das frações FDN e FDA. Nas variáveis digestibilidade da matéria seca e orgânica, os maiores coeficientes

também foram obtidos no período imediatamente após a aplicação do aditivo, especialmente na maior dose. Na os demais tempos de exposição aeróbia (a partir de 24 horas de exposição aeróbia) a adição de cal virgem não promoveu melhora no valor nutritivo da forragem tratada.

BALIEIRO NETO et al. (2008c), estudando o efeito da cal virgem (94,59 % de CaO) e cal hidratada (64,30 % $Ca(OH)_2$ na DIVMS da cana-de-açúcar cultivar IAC 91-2195 inferiram que a extensão da hidrólise não supera a perda de nutrientes solúveis na estocagem. Para utilização desta variedade de cana-de-açúcar na forma *in natura*, do ponto de vista nutricional, os aditivos não apresentaram vantagem.

Em contrapartida MOTA (2008) ao analisar o efeito da hidrólise utilizando cal virgem ou cal hidratada e três tempos de estocagem sobre a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar, afirma que a hidrólise com 0,5 % de cal virgem ou hidratada melhora o valor nutricional da cana-de-açúcar, aumentando a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro. Este autor conclui que baseado nos resultados experimentais a cana-de-açúcar pode ser armazenada por até 60 horas sem redução do seu valor nutritivo.

2.5. Ensaios experimentais envolvendo animais ruminantes alimentados com cana-de-açúcar hidrolisada

A partir dos resultados apresentados pelos mais diversos autores comprovando o poder alcalinizante das cales, número cada vez maior de trabalhos avaliando o desempenho de animais consumindo a cana hidrolisada vem sendo apresentado.

Todos estes ensaios têm como hipótese o aumento do consumo de matéria seca por parte dos animais experimentais, o que ocasionaria uma maior ingestão de nutrientes e consequentemente um melhor desempenho dos animais. A teoria de maior ingestão de alimentos está fundamentada no poder alcalinizante da cal que quebraria a ligação da lignina com a hemicelulose principalmente disponibilizando está e os demais constituintes da fibra que estejam atrelados a matriz lignificada, diminuindo o efeito de

enchimento do rúmen, consequentemente aumentando a quantidade de volumoso ingerida.

No cenário nacional um dos trabalhos pioneiros envolvendo a cana-de-açúcar hidrolisada e bovinos, foi o artigo de EZEQUIEL et al. (2005) que avaliaram a digestibilidade *in vivo*, consumo e taxa de passagem da cana tratada com NaOH, neste artigo os autores afirmam que o tratamento alcalino com NaOH melhorou a digestão da fibra da cana-de-açúcar, proporcionando o maior consumo de matéria seca.

Em se tratando de desempenho animal utilizando a cana hidrolisada com cal o primeiro trabalho em periódico descrito na literatura nacional é o de MORAES et al. (2008), neste artigo os autores avaliaram o efeito do fornecimento da cana-de-açúcar *in natura* adicionada ou não de 1,0% de CaO e associada a três níveis de concentrado (0,0; 0,5; 1,0 % peso corporal), no desempenho de novilhas de corte em confinamento, sendo a cana-de-açúcar fornecida à vontade após 24 horas de armazenamento. A hidrólise influenciou negativamente o consumo de todos os parâmetros avaliados com exceção da FDN, os autores afirmaram que a redução do consumo pode estar correlacionado com a aceitabilidade do volumoso. Em relação digestibilidade determinada através de indicador externo (FDNi) o tratamento com a cal não apresentou efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes avaliados. O ganho médio diário (GMD) foi inferior nos animais tratados com a cana com cal (308,05 g/dia) quando comparada com a cana sem cal (438,98 g/dia). Estes autores concluíram que a adição de 1% de CaO fornecida após 24 horas de armazenamento não alterou a digestibilidade, mas prejudicou o consumo de nutrientes, o balanço de compostos nitrogenados e o desempenho animal.

FREITAS et al. (2008a e b), avaliaram o desempenho de ovinos e bovinos alimentados com dietas contendo como volumoso a cana-de-açúcar tratada com doses crescentes de cal hidratada $Ca(OH)_2$ (0,0; 0,5 e 0,9 % MN da cana). FREITAS et al. (2008a) concluíram que a adição de cal hidratada nas doses especificadas não trouxeram benefício no desempenho de ovinos e FREITAS et al. (2008b) avaliando a cana hidrolisada na dieta de bovinos, inferiram que o tratamento com 0,5% não trouxe benefício, já o tratamento com 0,9% reduziu o ganho de peso. Neste trabalho não foi

descrito o tempo de hidrólise, composição da cal, variedade de cana utilizado e a forma de aplicação da cal, o que torna difícil a comparação dos resultados.

CAMPOS et al. (2007) e PANCOTI et al. (2007), realizaram um trabalho com ovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar com diferentes níveis de inclusão de uréia+sulfato de amônio com ou sem adição de óxido de cálcio. Desta forma os autores criaram os seguintes tratamentos T1 – cana-de-açúcar com 1 % da mistura uréia+sulfato de amônio, T2 – cana-de-açúcar com 0,6 % de óxido de cálcio, T3 – cana-de-açúcar com 0,6 % de óxido de cálcio e 0,33 % da mistura uréia+sulfato de amônio, T4 – cana-de-açúcar com 0,6 % de óxido de cálcio e 0,66 % da mistura uréia+sulfato de amônio, T5 – cana-de-açúcar com 0,6 % de óxido de cálcio e 0,66 % da mistura uréia+sulfato de amônio, os tratamentos que continham a cana hidrolisada eram fornecidos aos animais no mínimo após 20 horas de armazenagem. PANCOTI et al. (2007), avaliaram neste experimento, o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e consumo das dietas experimentais e concluíram que a adição de óxido de cálcio à 0,6 % em dietas a base de cana-de-açúcar não melhorou os parâmetros de digestibilidade em dietas com ou sem adição de uréia, e em dietas deficientes em PB houve redução do consumo de MS. CAMPOS et al. (2007) no mesmo experimento mensuraram o consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp e DFDNcp) e da fibra em detergente ácido (CFDA e DFDA) e inferiram que a adição de óxido de cálcio às dietas à base de cana-de-açúcar não melhorou a DFDNcp e a DFDA, os valores de CFDNcp e CFDA foram inferiores no tratamento sem adição de uréia, sendo este o principal fator que atuou sobre o consumo.

Neste experimento de CAMPOS et al. (2007) e PANCOTI et al. (2007) os animais foram alimentados exclusivamente com os volumosos dos seus respectivos tratamentos, ou seja, sem adição de concentrados, e isto mostra que o fornecimento da cana-de-açúcar hidrolisada exclusivamente deve ser evitada devido ao baixo teor de PB e também pelo desbalanceamento da relação Ca:P.

Quando se especulou a utilização da cana hidrolisada, um dos pontos questionados foi a variação do pH no rúmen dos animais alimentados com dietas

contendo este alimento. De acordo com FURLAN et al. (2006) os microrganismos necessitam de pH em faixa ideal para o seu desenvolvimento. Os protozoários e bactérias celulolíticas necessitam de pH de 6,2 ou mais alto, enquanto as bactérias aminolíticas são ativas condições mais ácidas com pH em torno de 5,8. Portanto o pH do fluido ruminal afeta a degradação dos alimentos e o seu valor ideal varia de 5,5 a 7,0.

MACEDO (2007) mostrou que logo após a aplicação da cal (0 hora) os valores pH da cana hidrolisada ou não, foram 5,49; 11,22; 11,78 e 11,86 nas doses 0; 0,5; 1,0 e 1,5 % de CaO, respectivamente, estes valores manteram-se praticamente estáveis até 3 horas de armazenamento, porém a partir de 24 horas de armazenamento os valores de pH sofreram grande redução aproximando-se da neutralidade. Neste estudo a cal empregada possuía apenas 53,10 % de CaO, isto sugere que níveis superiores de pH podem ser encontrados em estudos que utilizem cales com teores mais elevados de CaO.

BEZERRA et al (2008) avaliaram o pH ruminal de vacas alimentadas com cana-de-açúcar com diferentes doses de cal hidrata (0, 80, 160 e 240 g/kg de matéria natural da cana-de-açúcar), nos tempos 0 a 12 horas após o fornecimento das dietas experimentais, neste estudo, o maior valor de pH encontrado foi de 7,22 na dose de 240g/kg no tempo zero, e isto indica que o fornecimento da cal hidratada dificilmente acarretaria problema de pH alcalino no rúmen. Como o teor de $Ca(OH)_2$ está diretamente relacionado com o poder tampão da cal hidratada no rúmen e neste trabalho não é citada a composição química da cal utilizada fica limitado a correlação destes resultados com possíveis valores de pH a serem encontrados em outros estudos.

Outro ponto relevante na utilização da cana-de-açúcar hidrolisada para ruminantes diz respeito a relação Ca:P, é de conhecimento de todos que a relação ideal é em torno de 2:1, no entanto esta relação pode ser facilmente alterada devido a alta concentração de Ca nas cales.

De acordo com Technical Comitee on Responses to Nutrientes – TCORN (1991), os bovinos apresentam grande tolerância á ingestão de Ca em excesso ás suas

necessidades, desde que os requisitos de P estejam atendidos, no entanto relações de Ca:P superiores a 8:1 podem comprometer o desempenho.

PIAU, et al. (2008), analisaram o efeito do fornecimento de cana hidrolisada com cal micropulverizada (0,5 % na matéria verde da cana) sobre o metabolismo de cálcio, fósforo e magnésio, de vacas da raça holandesa, através das concentrações nas fezes. Neste estudo, não consta à composição da cal. Estes autores encontraram efeito significativo somente para a excreção de P, que pode ser explicado pelo fato de que altos níveis de cálcio podem promover a redução na absorção do fósforo (NICODEMO, 2005 citada por PIAU et al. 2008). Apesar de não haver diferença significativa para os valores de excreção de Ca, está foi 59 % superior para os animais tratados com a cana hidrolisada, sugerindo que o excesso de Ca fornecido não foi absorvido pelos animais, as relações Ca:P deste trabalho foram 1,6:1 na cana *in natura* e 4,1:1 na cana hidrolisada.

Todos os trabalhos descritos neste item a cana-de-açúcar hidrolisada ficou armazenada entre 20 e 24 horas antes do fornecimento para os animais, uma das vantagens da cana hidrolisada seria a possibilidade de armazenamento da mesma por períodos mais longos, o que reduziria a necessidade do corte diário.

VIDAURRE et al. (2008), avaliaram o desempenho de bovinos leiteiros em crescimento, alimentados com duas formas de fornecimento da cana-de-açúcar picada: fresca ou armazenada por 24 horas (sem qualquer aditivo) e a inclusão de três níveis da mistura uréia mais sulfato de amônio. Os autores observaram que não houve diferença significativa em nenhuma das variáveis estudadas, tanto em relação ao fornecimento da cana fresca ou armazenada quanto em relação aos níveis de inclusão de uréia. Assim, o fornecimento de cana armazenada por 24 horas, isto é, cortada e picada no dia anterior ao fornecimento aos animais, pode facilitar o manejo e gerência da mão-de-obra no sistema de produção de leite, além de evitar o uso de conservantes.

Pelo exposto percebe-se a necessidade de alongamento dos tempos de armazenamento da cana hidrolisada para que seja justificável o seu tratamento com a cal, mesmo porque, na maioria dos trabalhos aqui apresentados a hidrólise da cana não apresentou resultados satisfatórios após 24 horas de tratamento.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. ANDA (Boletim Técnico, 6). 24 p. 2005.

ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Tecnology**, v.9,p. 291-299, 1983.

AMARAL, R.C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos.** 167P. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 2007.

ATHANASSOF, N. Cana na alimentação dos animais domésticos. **Revista de Agricultura,** v. 15, n.10, p. 421-427, 1940.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R. et al. Pós abertura de silagem de cana-de-açúcar cv IAC 86-2480 (*Saccharum officinarum* L) com doses de óxido de cálcio. In: 42ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. Goiânia, GO. 2005. **Anais** 42ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, CD ROOM, 2005a.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R. et al. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv IAC 86-2480 (*Saccharum officinarum* L) com doses de óxido de cálcio. In: 42ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. Goiânia, GO. 2005. **Anais** 42ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, CD ROOM, 2005b.

BALIEIRO NETO, G.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R. Óxido e hidróxido de cálcio na digestibilidade *in vitro* da MS e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar IAC 86-2480. In: XVIII Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2008, João Pessoa – PB. **Anais...** XVIII Congresso Brasileiro de Zootecnia, CD ROOM, 2008a.

BALIEIRO NETO, G.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R. Óxido e hidróxido de cálcio na digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar IAC 91-2195. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008b.

BALIEIRO NETO, G.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R. Óxido e hidróxido de cálcio na digestibilidade *in vitro* da da matéria seca da cana-de-açúcar IAC 91-2195. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008c.

BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C.; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY Jr., G.C. **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison, 1994. p.922-966.

BERNARDES, T.F. **Controle da deterioração aeróbica de silagens.** 116p. Tese (Doutorado) – UNESP, Jaboticabal, 2007.

BEZERRA, F.S.; ÍTAVO, L.C.V.; DIAS, A.M. pH ruminal de vacas alimentadas com cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal hidratada. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008.

BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. de.; et al. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim Indústria Animal.** v.35,n.1, p. 45-55, 1978.

CALDERÕN, F.M.; SHIMADA, A.S. Efecto de la adicion de NaOH (Hidróxido de Sodio) al ensilaje de cana de azucar, en elcomportamento de toretes cebú. **Técnica Pecuária en México**, v. 38, p. 29-30, 1980.

CAMPOS, M.M.; GOMES, S.P.; SILVA. R.R. et al. Consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína e da fibra em detergente ácido de dietas de cana-de-açúcar sem ou com adição de óxido de cálcio com diferentes níveis de inclusão de uréia em ovinos. In: 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2007.

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.

CARDOSO, G.B.C. **Efeito da hidrólise com cal virgem (CaO) sobre a coposição bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada.** Jaboticabal, SP: Faculdade de ciências agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista – FCAV, 2007. 29p. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia. Faculdade de ciências agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista – FCAV, 2007.

CASTRILÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERON, F.M. Manipulación de la fermentación em ensilages de caña de azucar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuária en México,** v. 35, p. 48-55, 1978.

ESSIG, H.W. Urea-limestone-treated silage for beef cattle. **Journal of Animal Science,** v. 27, n.3, p. 730-738, 1968.

EZEQUIEL, J.M.B.; GASTALDI, K.A.; QUEIROZ, M.A.A. Efeitos da hidrólise alcalina nos teores de carboidratos solúveis, matéria seca, matéria orgânica e matéria mineral da cana-de-açúcar. In: 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. Piracicaba, SP. **Anais**... 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2001.

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

FREITAS, A.W.P.; ROCHA, F.C.; FAGUNDES, J.L. et al. Consumo e desempenho de ovinos recebendo dietas a base de cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisada. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008a.

FREITAS, A.W.P.; ROCHA, F.C.; ZONTA, A. et al. Consumo e desempenho de bovinos recebendo dietas a base de cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisada. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008b.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds) **Nutrição de ruminantes**. Ed: FUNEP, Jaboticabal, 2006. p.1-21.

HENRIQUES, L.T.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Composição química e degradação *in situ* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em diferentes doses de inclusão e tempos de armazenagem. In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2007, Londrina, PR. **Anais...** XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2007.

HERNANDEZ, M.R. **Desempenho e digestibilidade aparente de variedades de cana-de-açúcar com bovinos**. 69 p. Dissertação (Mestrado) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, 1998.

HOMB, T. Wet treatment whith sodium oxide. In: SUNDSTOL,F.; OWEN, E. (Eds.) **Straw and other fibrous by-products as feed.** Ed: Elsevier. Amsterdam, 1984. p. 106-124.

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

JOHNSON, R.R.; McCLURE, K.E.; KLOSTERMAN, E.W.; JOHNSON, L.J. Corn plant maturity. III. Distribution of nitrogen in corn silage treated with limestone, urea and diammonium phosphate. **Journal of Animal Science,** v. 26, n.1, p. 394-399, 1967.

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

KLOSTERMAN, E..W.; JOHNSON, R.R.; SCOTT, H.W.; MOXON, A.L.; STAVERN, J.V. Whole plant and ground ear corn silages, their acid content, feeding value and digestibility. **Journal of Animal Science,** v. 19, n.2, p. 522-532, 1960.

LACEY, J., LORD, K.A. CAYLEY, G.R. Chemical for preventing mounding in damp hay. **Animal Feed Science and Technology**. v. 3, n.6, p.323-336, 1981.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; FIGUEIREDO, P. et al. **Novas variedades de cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agronômico, 1997. (Boletim técnico, 169)

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção de uso na alimentação animal.** Campinas: Instituto Agronômico, 2002, 36p. (Boletim técnico, 193).

LIMA, J.A.; CUNHA, E.A.; FERRARI JÚNIOR, E. et al. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim da Indústria Animal.** v.64, n.4, p.329-338, 2007.

MACEDO, D.C. **Composição bromatológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) hidrolisada com cal virgem.** Jaboticabal, SP: Faculdade de ciências agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista – FCAV, 2007. 44p. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia. Faculdade de ciências agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista – FCAV, 2007.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: mitos, mistificações e fatos.** São Paulo. ProduQuímica, 153p. 1994.

MARGARIDO, F.B. Planejamento agrícola em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. (Eds), **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba, 2006, p.69-78.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow: Chalomb Publications, 1991, 340p.

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; et al. 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.

MOTA, D.A. **Diferentes tipos de cales na hidrólise da cana-de-açúcar IAC 86-2480.** 54p. Dissertação (Mestrado) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, 2008.

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. **Boletim Indústria Animal.**, v.26, p. 9-22, 1969.

NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCCI, C.de S.; ROCHA, G.L. da; et al. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim Indústria Animal.**, v.34,n.1, p. 75-84, 1977.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; QUEIROZ, O.C.M. Alternativas de uso e manejo de cana-de-açúcar para bovinos. In: Simpósio goiano sobre manejo e nutrição de bovinos de corte, 7., 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, p. 299-321, 2005.

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

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira,** v.8, n.1, p. 41-50, 2007a.

OLIVEIRA, M.D.S.; DOMINGUES, F.N.; SANTOS, J. Avaliação da cal hidratada (hidróxido de cálcio) como agente hidrolisante da cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2007b.

OLOLADE, B.G.; MOWAT, D.N.; SMITH, G.C. Digestibility and nitrogen retention of NaOH trated diet. **Journal of Animal Science.** v.37, n.1, p 352-352, 1973.

OWENS, F.N.; MEISKE, J.C.; GOODRICH, R.D. Effects of calcium sources and urea on corn silage fermentation. **Journal of Dairy Science,** v. 52, n.11, p. 1817-1822, 1969.

PANCOTI, C.G.; CAMPOS, M.M., BORGES, A.L.C.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e consumo de matéria seca digestível de dietas de cana-de-açúcar sem ou com adição de óxido de cálcio com diferentes níveis de inclusão de uréia em ovinos. In: 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2007.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos, microbiológicos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarium* L.).** 120p. Tese (Doutorado) – ESALQ, Piracicaba, 2003.

PIAU, T.S.; EZEQUIEL, J.M.B.; D'ÁUREA, A.P. Efeito da hidrólise alcalina sobre a concentração fecal de cálcio, fósforo e magnésio em vacas leiteiras. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008.

REIS, R.A., GARCIA, R., SILVA, D.J. et al. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade de *in vitro* de fenos de três gramíneas tropical. **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia,** v. 19, p.219-224. 1990a

REIS, R.A., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C. et al. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a digestibilidade do feno do capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). **Revista da Sociedade Brasileira Zootecnia,** v. 19, p.201-208. 1990b

REIS, R.A., GARCIA, R., QUEIROZ, A.C. et al.. Efeitos da amonização sobre a qualidade dos fenos de gramíneas tropicais . **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p.1183-1191, 1991.

REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Estratégias para o tratamento de volumosos. In: Federação da Agricultura do Estado de Sergipe;

EMBRAPA Tabuleiros Costeriros. (Org.). **Simpósio Nordeste Rural**. 01 ed. Aracaju: Federação da Agricultura do Estado de sergipe, v. 01, p. 151-170. 2006.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. *Lactobacillus buchneri*, cal microprocessada e sua associação na ensilagem de cana-de-açúcar crua ou queimada. In: 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2007.

SIMKINS, K.L.; BAUMGARDT, B.R.; NIEDERMEIER, R.P. Feeding value of calcium carbonated-treated corn silage for dairy cows. **Journal of Dairy Science,** v.48, p. 1315-1318, 1965.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento de cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)** 113p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 2007.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. (Eds), **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba, 2006, p.19-36.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) ensilada com aditivos químicos e bacterianos.** 91p. Dissertação (Mestrado) – FCAV /UNESP, Jaboticabal, SP, 2005a.

SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de preservação. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. (Eds), **Volumosos na produção de ruminantes.** Jaboticabal, 2005b, p. 25-60.

TECNICAL COMITEE ON RESPONSES TO NUTRIENTES. A reppraisal of the calcium and phosphorus requeriments of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Ser. B, Farnham Royal, v.61, p.573-612, 1991.

TEIXEIRA JÚNIOR, D.T.; OLIVEIRA, M.D.S., MOTA, D.A. et al. Efeito da cal virgem (óxido de cálcio) como agente hidrolisante sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar após 24 horas de tratamento. In: 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** 44º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2007.

VAN SOEST, P. J. **Nutrition Ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press, 1994. 476p.

VIDAURRE, M.B.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S. Cana-de-açúcar picada, fresca ou armazenada, corrigida com diferentes níveis de uréia, na alimentação de bovinos leiteiros em crescimento. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008.

CAPÍTULO 2 – ESTABILIDADE AERÓBIA, PH E DINÂMICA DE DESENVOLVIMENTO DE MICRORGANISMO DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* HIDROLISADA COM CAL VIRGEM (CaO)

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito de doses crescentes de cal virgem e os tempos após o tratamento na estabilidade aeróbia e no crescimento de microrganismos (leveduras e fungos) na cana-de-açúcar *in natura*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Avaliou-se a estabilidade aeróbia (temperatura), leveduras, fungos e pH, num esquema de parcelas subdivididas (doses de cal (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) x tempos após tratamento (0, 24, 48, 72, 96 horas). Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão e as médias foram comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). Houve efeito significativo das doses de cal (P<0,05) sendo que o tratamento sem cal (0,0%) o que apresentou a quebra da estabilidade no menor intervalo de tempo. Os valores de pH foram elevando-se gradativamente a medida em que aumentava a dose de cal e diminuindo com o passar do tempo. Houve aumento numérico no número das UFC/g de forragem das leveduras até as 72 horas após o tratamento independente da dose de cal, sendo que os valores tenderam a estabilizar no tempo de 96 horas. Não houve efeito significativo das doses de cal sobre o desenvolvimento dos fungos. A cal mostrou-se eficaz no controle do crescimento de leveduras, como também promoveu aumento na estabilidade aeróbia da cana *in natura*.

Palavras chaves: fungo, levedura, óxido de cálcio, pH, temperatura, tratamento alcalino

CHAPTER 2 – AEROBIC STABILITY AND DYNAMIC OF DEVELOPMENT OF THE MICROORGANISMS IN THE SUGARCANE *IN NATURA* HYDROLYSED WITH LIME (CaO)

ABSTRACT: The objective of this work is to evaluate the effect of increasing dose of lime and the times after treatment in aerobic stability and growth of microorganisms (fungi and yeasts) in sugarcane *in natura.* The experimental design was a completely randomized, with four replications. We evaluated the aerobic stability (temperature), yeast, fungus and pH, in split-splot doses of lime (0, 0,5; 1,0; 1,5 and 2,0%) x days after treatment (0, 24, 48, 72 and 96 hours). The data were statistically analyzed by the procedures of the analysis of variance, subject to a regression analysis, the means were compared by tukey test (P<0,05). There was a significant effect on doses of lime (P<0,05) were the treatment without lime (0,0%) which showed a drop of stability in the shortest extent to which increased the doses lime and decreasing over time, there was a numerical increase in the number of CFU/ g of forage from yeast to the 72 hours after treatment regardless of the doses of lime, and the values tended to stabilize in the time of 96 hours. There was no significant effect of doses of lime on the development of fungi. The lime was effective in controlling the growth of yeast, but also promoted an increase in aerobic stability if the cane *in natura* treated with lime.

Key words: alkali treatment, calcium oxide, fungus, pH, temperature, yeast,

1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade da produção das forrageiras tropicais é um dos principais problemas encontrados pelos pecuaristas brasileiros para a manutenção dos índices de produtividade durante todo o ano. Visando resolver ou pelo menos atenuar tal questão a muitos anos os produtores vêem utilizando a cana-de-açúcar como recurso forrageiro na época da escassez de forragem.

O número de produtores que utilizam a cana-de-açúcar como forrageira vem aumentando gradativamente com o passar dos anos, e isto mostra que esta opção é uma realidade entre os pecuaristas.

Várias são as vantagens da utilização da cana-de-açúcar, dentre elas pode-se destacar a alta produtividade de matéria seca e o baixo risco agronômico, porém algumas desvantagens deste recurso tem desestimulado a sua implantação em algumas propriedades rurais, principalmente a necessidade de corte diário.

Visando a redução dos cortes diários da cana diversos pesquisadores têm trabalhado na busca de soluções para este problema, basicamente, duas opções tem sido sugeridas para resolver esta questão, a primeira é a conservação da cana na forma de silagem e a segunda o tratamento alcalino da cana através de agentes alcalinizantes.

Inicialmente foram utilizados agentes alcalinizantes fortes como o hidróxido de sódio (NaOH) e mais recentemente as cales virgem ou hidratada, as vantagens das cales sobre o NaOH são a sua fácil utilização (menos corrosiva) e seu baixo custo.

A utilização dos agentes alcalinizantes, na hidrólise da cana-de-açúcar tem como objetivo melhorar o valor nutritivo da cana, e através da elevação do pH da cana hidrolisada inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, permitindo assim a estocagem deste material por um período maior.

Nas últimas três décadas, os volumosos (excluindo-se os volumosos utilizados para silagem) hidrolisados com os agentes alcalinos eram alimentos de baixo valor nutritivo que possuíam como principais características a grande quantidade de carboidratos fibrosos e reduzida digestibilidade. Com a utilização da hidrólise da cana-

de-açúcar *in natura* com estes agentes criou-se um problema até então inexistente. A cana-de-açúcar é um volumoso composto principalmente de carboidratos solúveis e carboidratos fibrosos, esta grande concentração de carboidratos solúveis torna-se um substrato excelente para o desenvolvimento de leveduras que consequentemente deterioram o material reduzindo o seu valor nutritivo.

Os agentes alcalinizantes tem o poder de alterar o perfil de fermentação e controlar o desenvolvimento de leveduras o que torna interessante a sua utilização na hidrólise da cana-de-açúcar *in natura*, isto é, os agentes alcalinizantes além de melhorar o valor nutritivo da cana-de-açúcar devido a sua ação sobre a fibra, também atuaria sobre o desenvolvimento dos microrganismos (principalmente leveduras), reduzindo a sua taxa de crescimento, consequentemente tornando possível a estocagem deste material por um período superior ao da cana *in natura*.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade aeróbia, dinâmica de desenvolvimento de microrganismos e recuperação de matéria seca da cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada com doses crescentes de cal virgem (CaO) com diferentes tempos de exposição ao ar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Campus de Jaboticabal/SP, entre os dias 28 de outubro e 02 de novembro de 2005, no Setor de Bovinocultura de leite, situada a 21º 15’ 22’’ de latitude sul e 48º 18’ 22’’ W de longitude oeste, a 610 m de altitude, com temperatura média anual de 22 ºC, pluviosidade 1400 mm/ano e umidade relativa do ar média de 70,8 %.

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade IAC 86-2480 plantada no campus da UNESP/Jaboticabal, sendo o corte realizado em soqueira com 12 meses (2º corte).

A cana foi cortada manualmente e picada em picadeira estacionária da marca Menta Mint® para obtenção de partículas entre 8 a 10 mm, em seguida foram feitos amontoados de cana picada de aproximadamente 15 kg (matéria natural) e tratados

com doses crescentes de cal virgem (CaO), 0,0 (controle); 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% com base na matéria natural da cana, amostras das canas foram retiradas nos seguintes tempos após o tratamento alcalino 0, 24, 48, 72 e 96 horas. De acordo com o fabricante a cal empregada apresentou 90% de CaO e 0,5% de MgO.

A cal foi diluída em água na quantidade de quatro litros de água para cada 100 kg de cana com base na matéria natural da cana. A quantidade de 4 litros de água se faz necessária por dois motivos: a) devido a cal virgem não ser previamente hidratada, como ocorre com a cal hidratada e b) para obtenção de caldas com doses de cal acima de 0,5%.

A avaliação da estabilidade aeróbia foi realizada no Laboratório do Setor de Forragicultura da FCAV/Unesp.

Uma parte da amostra (2,0 kg) foi colocada em baldes com capacidade sete litros e estas foram armazenadas em câmara climática a temperatura de 25 ºC, para avaliação da estabilidade aeróbia. A variação da temperatura da cana-de-açúcar hidrolisada foi obtida três vezes ao dia por um período de 11 dias por meio de um termômetro inserido dentro da massa de cana contida no balde. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo gasto em horas, para a massa da forragem elevar em 1 ºC a temperatura acima daquela do ambiente (DRIEHUIS et al. 2001).

Também foi considerado na avaliação da estabilidade aeróbia, o acúmulo de três e cinco dias, da diferença média diária entre a temperatura da cana e a ambiente (ADITE-3 e ADITE-5, expressa em ºC).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da FCAV/Unesp. Para análise da população de leveduras, foram pesados 25 g de forragem (matéria verde) e adicionado a 225 mL de solução peptonada 0,1% (0,1 g de peptona por litro de água destilada). Após agitação foram retirados 10 mL da diluição para as posteriores diluições de 10^{-1} a 10^{-5}, e a partir dessas diluições foram realizadas as semeaduras de 0,1 mL em placas de petri contendo o meio ágar batata acidificado (Difco) e incubadas em aerobiose a 35 ^{o}C por 72 horas, quando então foi procedida a contagem das colônias.

A variação no pH da cana no decorrer dos tempos amostrais, foi medida com a utilização de peagâmetro digital, de acordo com a metodologia descrita por SILVA e QUEIROZ (2002).

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as doses da cal alocados nas parcelas e os tempos de exposição ao ar nas subparcelas, com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa ASSISTAT®. Também foram determinadas as equações de regressão para as variáveis correlacionadas com a estabilidade aeróbia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relacionados a estabilidade aeróbia encontram-se na Tabela 2.

Houve efeito significativo das doses de cal ($P<0,05$) sendo que o tratamento sem cal (0,0%) apresentou a quebra da estabilidade no menor intervalo de tempo, quando comparada às doses 1,0; 1,5 e 2,0%. A dose de 0,5% propiciou valores intermediários não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Os valores dos ADITE-3 e ADITE-5 acompanharam a mesma tendência tendo o seu valor reduzido à medida em que se aumentava a dose de cal. Os valores maiores de ADITE-3 e ADITE-5 ocorreram no tratamento com ausência de cal, valores intermediários na dose de 0,5% sendo observado estabilização a partir da dose de 1%.

Observa-se que à medida que se aumentou a dose de cal o tempo gasto para que a cana atinja a sua temperatura máxima (TEMPMAX) foi aumentando e o valor desta temperatura máxima (TMAX) sofreu efeito inverso. Logo a taxa de aquecimento (TX) que é dada pela equação TMAX/TEMPMAX também diminuiu. Santos (2007), também encontrou tendência semelhante nos resultados de TEMPMAX e TMAX,

quando comparado com o presente estudo comprovando o poder da cal sobre o controle da elevação da temperatura da cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada.

Através dos resultados demonstrados na Tabela 2, pode-se inferir que a cal foi capaz de controlar o aumento de temperatura da cana, sendo que a partir da dose de 1,0% houve uma tendência de estabilização nas respostas de todas as variáveis estudadas.

De acordo com Santos (2007) possivelmente, a utilização de doses altas de cal virgem tenha reduzido a atividade de água e aumentado a pressão osmótica da massa de forragem, dificultando o desenvolvimento de microrganismos espoliadores e diminuindo a produção de calor ao longo do período de exposição aeróbia.

Com relação à variação da temperatura no decorrer do experimento (Figura 1) pode-se observar que a temperatura inicial foi mais elevada nos tratamentos com a cana tratada, isto ocorre porque no momento de mistura da cal com a água há liberação de calor (reação exotérmica) a qual eleva a temperatura inicial. À medida em que o tempo vai se alongando, ocorre queda na temperatura. Em seguida eleva-se de maneira gradativa até que se atinge o pico máximo para posterior queda e tendência de estabilização com a temperatura ambiente. Esta variação ocorreu para todos os tratamentos.

Tabela 2: Tempo gasto para a quebra da estabilidade aeróbia (ESTAB.), o acúmulo de três e cinco dias, da diferença média diária entre a temperatura da cana e a temperatura ambiente (ADITE-3 e ADITE-5), tempo gasto para que a cana atinja a sua temperatura máxima (TEMPMAX), temperatura máxima (TMAX), taxa de aquecimento (TX)

	Doses de cal (%)					Média	CV (%)	Eq[1].
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0			
ESTAB. (h)	16,0 b	24,0 ab	34,7 a	37,3 a	32,0 a	28,8	20,29	1
ADITE-3 (ºC)	40,9 a	28,7 b	18,1 c	13,8 c	13,2 c	22,9	11,29	2
ADITE-5 (ºC)	60,5 a	48,7 b	40,3 c	33,2 cd	28,9 d	42,3	6,31	3
TEMPMAX (horas)	32,0 c	56,0 b	74,7 a	74,7 a	88,0 a	65,1	10,53	4
TMAX (ºC)	45,0 a	41,3 b	38,7 c	35,7 d	35,0 d	39,1	1,62	5
TX (ºC/hora)	1,41 a	0,75 b	0,53 c	0,48 c	0,40 c	0,71	9,76	6

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

[1]Equações de regressão:

1: $y = 14,78095 + 28,87619x – 9,90476x^2$ $r^2 = 0,65$

2: $y = 41,20762 – 30,91714x + 8,42857x^2$ $r^2 = 0,95$

3: $y = 60,34857 – 25,01429x + 4,65714x^2$ $r^2 = 0,96$

4: $y = 33,21905 – 48,99048x + 11,42857x^2$ $r^2 = 0,87$

5: $y = 45,07619 – 8,37143x + 1,61905x^2$ $r^2 = 0,97$

6: $y = 1,36229 – 1,22181x + 0,3819x^2$ $r^2 = 0,93$

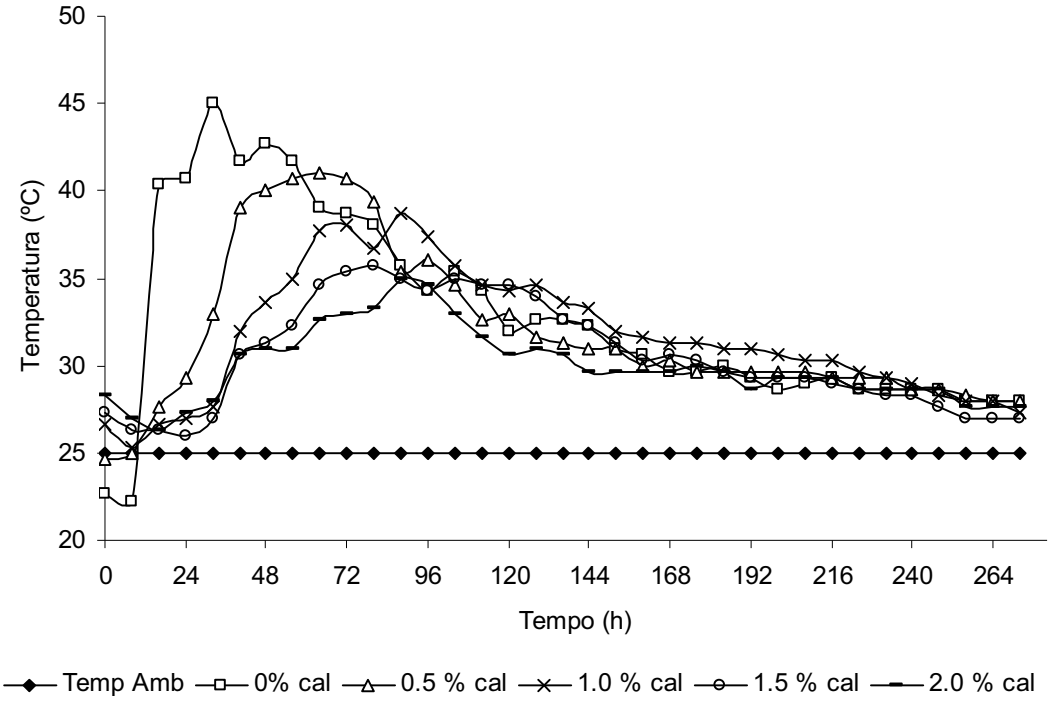


Figura 1: Efeito da adição da cal virgem (CaO) sobre a temperatura da cana tratada em relação ao tempo de exposição ao ar.

Houve efeito significativo das doses de cal como também no tempo de tratamento e suas respectivas interações, com relação à dinâmica de desenvolvimento de leveduras e medidas de pH ($P<0,05$) (Tabela 3).

Os valores de pH foram elevando-se gradativamente à medida em que aumentava a dose cal e diminuindo com o passar do tempo. O tratamento que não continha cal (controle) foi o que apresentou os menores valores de pH em todos os tempos, mostrando assim a influência da cal na elevação do mesmo. As doses 0,5 e 1,0% mantiveram o pH no padrão alcalino até o tempo de 24 e 48 horas respectivamente. Os valores de pH das doses 1,5 e 2,0% foram semelhantes estaticamente em quase todos os tempos com exceção do tempo 24 h.

Pela resultados apresentados naTabela 3 notou-se que a cana hidrolisada com cal virgem atingiu o padrão de neutralidade nas doses 0,5; 1,0; 1,5 nos tempos 24, 48 e

72 horas, respectivamente sendo que na dose 2,0 a neutralidade foi alcançada juntamente com a dose 1,5; esta observação é interessante e pode ser utilizada como critério de decisão para o fornecimento da cana-de-açúcar hidrolisada *in natura* para os animais, visto que o fornecimento de alimento com pH alcalino poderá causar redução na ingestão de matéria seca. MORAES et al. (2008) afirmaram que o pH demasiadamente alcalino da cana-de-açúcar tratada com 1,0% de óxido de cálcio e armazenada com 24 horas pode ter prejudicado a aceitabilidade e limitado o consumo do volumoso tratado o que ocasionou menor desempenho dos animais que consumiam a cana-de-açúcar tratada com agente alcalinizante.

Ao crescerem nos amontoados de cana os microrganismos consomem os açúcares presentes neste volumoso produzindo ácido o que causa a redução no pH.

Os valores de pH descritos neste estudo são semelhantes aos apresentados por OLIVEIRA et al. (2008a) e inferiores ao de OLIVEIRA et al. (2008b) que na dose 0,5% no tempo zero descreveu o valor de 11,63.

O alto valor de pH atingido com a utilização da cal pode ter sido o responsável pelo menor desenvolvimento das leveduras no momento inicial (tempo zero).

O número de UFC de leveduras/g de forragem manteve-se estável com o passar das horas para o tratamento controle (dose zero). As maiores taxas de crescimento das leveduras foram obtidas nas primeiras horas de exposição ao ar, sendo as doses de cal eficientes em controlar o desenvolvimento das leveduras até as 48 horas iniciais.

A partir de 72 horas de exposição ao ar a população de leveduras nos tratamentos que continham a cal foram semelhantes à cana sem tratamento alcalino.

MYAZAKI (2005) estudando o desenvolvimento de microrganismos (leveduras e fungos) na cana-de-açúcar tratada com NaOH inferiu que a dose de 4% de NaOH na matéria natural e 72 horas após aplicação inibiu por completo o desenvolvimento de fungos e leveduras.

Tabela 3: Valores de pH, dinâmica de desenvolvimento de leveduras e fungos (log UFC/g forragem) em função das doses de cal (%MN) e dos diferentes tempos de exposição ao ar.

Doses de cal (%MN[3])	Tempo de exposição ao ar (horas)					Médias
	0	24	48	72	96	
	pH					
0	5,56 cA	3,48 dB	3,31 cB	3,22 cB	3,21 cB	3,76
0,5	9,84 bA	7,07 cB	4,16 cC	3,71 bcC	3,65 bcC	5,69
1,0	11,43 aA	9,21 bB	7,61 bC	4,84 bD	4,69 bD	7,56
1,5	12,06 aA	9,70 abB	8,67 abC	7,71 aD	7,27 aD	9,08
2,0	12,16 aA	10,91 aB	8,85 aC	7,66 aD	7,13 aD	9,34
Médias	10,21	8,07	6,52	5,43	5,19	
CV[1] da dose (%)						16,11
CV[1] do tempo (%)						4,38
	Leveduras (log UFC[4]/g de forragem)					
0	6,57 aA	7,28 aA	7,54 aA	7,66 aA	6,99 aA	7,21
0,5	4,27 bC	6,23 abB	6,53 abAB	7,55 aA	6,85 aAB	6,29
1,0	3,77 bcC	5,80 bcB	6,32 abAB	7,18 aA	7,18 aA	6,05
1,5	2,84 bcC	4,59 cdB	5,83 bA	6,96 aA	6,26 aA	5,29
2,0	2,52 cB	3,59 dB	5,79 bA	6,28 aA	5,76 aA	4,78
Médias	3,99	5,50	6,40	7,12	6,61	
CV[1] da dose (%)						14,93
CV[1] do tempo (%)						8,83
	Fungos (log UFC[4]/g de forragem)					
0	0,94	1,00	1,43	1,10	4,11	1,72
0,5	2,21	1,86	0,82	ND[2]	3,74	1,73
1,0	0,67	0,77	2,82	2,47	2,67	1,88
1,5	ND[2]	1,57	1,78	2,29	2,85	1,70
2,0	0,57	2,38	1,68	0,67	3,45	1,75
Médias	0,88 B	1,51 B	1,71 B	1,30 B	3,36 A	
CV[1] da dose (%)						73,99
CV[1] do tempo (%)						68,08

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

[1] Coeficiente de variação.

[2] Não determinado

[3] Matéria natural

[4] Unidade formadora de colônia

De acordo com a Figura 2 ao relacionar a população de leveduras com a estabilidade aeróbia pode-se notar que nos tratamentos que apresentaram maiores populações de leveduras, também foram encontrados menores valores de estabilidade aeróbia, desta forma as leveduras seriam as principais responsáveis pela deterioração do material, e o seu controle é de extrema importância para que se possa armazenar a cana-de-açúcar hidrolisada *in natura* por um período maior.

Segundo McDonald et al. (1991) em condições aeróbicas as leveduras crescem muito rapidamente e produzem energia através da glicose pela via da glicólise e do ciclo do ácido tricarboxilíco, a completa oxidação dos açúcares pelas leveduras forma dióxido de carbono e água.

Não houve efeito significativo na dinâmica de crescimento de fungos com relação às doses de cal e a interação doses de cal e tempo após o tratamento ($P>0,05$), havendo efeito apenas no tempo ($P<0,05$).

A média da contagem das UFC/g dos fungos da forragem no tempo de 96 horas foi superior quando comparado as médias dos tempos 0, 24, 48, 72 horas. A ausência de diferença estatística entre as médias da contagem de fungos com relação as doses de cal e sua respectiva interação com o tempo deve-se a inconstância dos dados para esta variável resposta o que acarretou alto coeficiente de variação (Tabela 3).

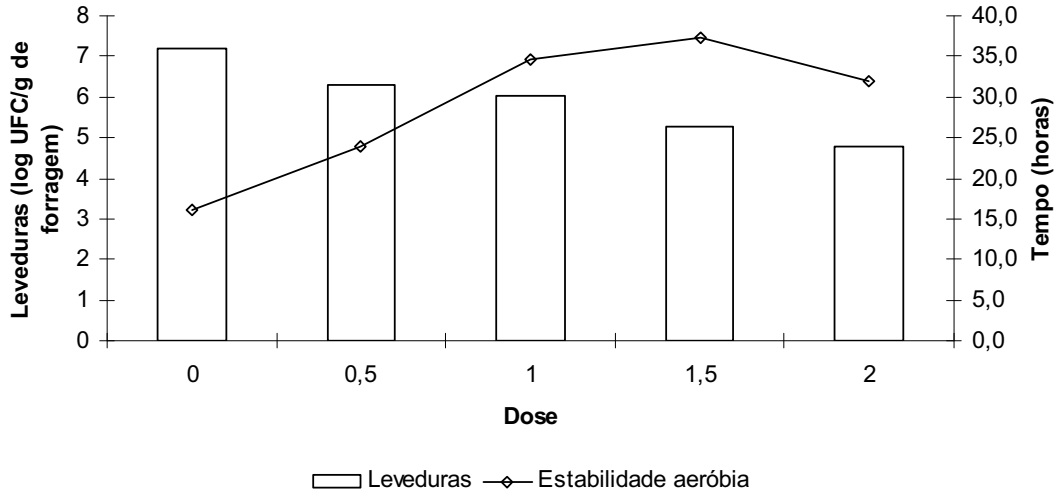


Figura 2: Relação entre população de leveduras (log UFC/g de forragem) e estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem.

4. CONCLUSÃO

A cal microprocessada (CaO) mostrou-se eficaz no controle do crescimento de leveduras nas primeiras 48 horas, não acontecendo o mesmo nos fungos, como também promoveu um aumento na estabilidade aeróbia da cana *in natura* tratada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DRIEHUIS, F., OUDE ELFERINK, W. H., VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculant with *Lactobacillus buchneri*, with or without mofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 330-343, 2001.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow: Chalomb Publications, 1991, 340p.

MIYAZAKI, M.K. **Composição química e dinâmica de fungos e leveduras na cana-de-açúcar tratada com NaOH.** 51p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Zootecnia) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, 2005.

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; et al. 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.; BARBOSA, J.C.; MOTA, D.A. et al. Efeito da hidrólise com cal virgem sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar. **Veterinária Notícias.** v. 14, n. 1, p. 19-27, 2008a.

OLIVEIRA; M.D.S.; SANTOS, J.; DOMINGUES, F.N. et al. Avaliação da cal hidratada como agente hidrolisante de cana-de-açúcar. **Veterinária Notícias.** v. 14, n. 1, p. 9-17, 2008b.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento de cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)** 113p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 2007.

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

CAPÍTULO 3 – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DIGESTIBILIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* HIDROLISADA COM CAL VIRGEM (CaO).

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e diferentes tempos de exposição ao ar. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as doses da cal alocados nas parcelas (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) e os tempos de exposição ao ar nas subparcelas (0, 24, 48, 72 e 96 horas), com quatro repetições por tratamento. Avaliou-se os teores de matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Houve efeito significativo para todas as variáveis (P<0,05). A cal virgem tem o poder de hidrolisar a fração fibrosa da cana-de-açúcar como também conservar a cana já picada. As doses 0,5 e 1,0% apresentaram resultados similares as doses superiores não havendo necessidade de aplicação de doses mais elevadas o que dificulta o manuseio da cal. Com o passar do tempo há deterioração da cana-de-açúcar porém esta deterioração é menor na cana hidrolisada.

Palavras chaves: análise de alimento, hidrólise, óxido de cálcio, tratamento alcalino

CHAPTER 3: BROMATOLOGIC COMPOSITION AND DIGESTIBILITY OF SUGARCANE *IN NATURE* WITH HYDROLISED LIME (CaO).

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the bromatologic composition and digestibility of sugarcane with hydrolised lime (CaO) with increasing doses of lime and different times of exposure to air. Was used the randomized design in a split-splot, and the doses of lime allocated was in plots (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) and the time of exposure to air in subplots (0, 24, 48, 72 e 96 hours) with four replicates per treatment. It was evaluated the levels of dry matter, organic matter, minerals matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, hemicellulose, lignin, total carbohydrates, non-structural carbohydrates *in vitro* digestibility of dry matter. There was a siginificant effect for all variables (P<0,05). The lime is able to hydrolyzed the fraction of fibrous sugarcane and also preserve the chopped sugarcane. The doses 0,5 and 1,0% showed similar results to higher doses with no need to apply higher doses that impeding the handling of lime. Over time there is deterioration of sugarcane but this deterioration is lower for the cane hydrolyzed.

KEY WORDS: alkali treatment, calcium oxide, food analysis, hydrolysis

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais entraves da pecuária bovina no Brasil é a escassez de forragem na época fria do ano nas regiões sudeste e centro – oeste, neste período, devido principalmente a redução das chuvas, a produção das forrageiras tropicais diminuem acentuadamente fazendo com que seja necessária a utilização de volumoso complementar.

Visando solucionar este problema ou pelo menos atenuá-lo, várias alternativas têm sido utilizadas como a produção de silagens e feno. Outra opção que a anos vem sendo utilizada com o mesmo objetivo é o fornecimento de cana-de-açúcar no período de escassez de forragem.

Ha inúmeras vantagens em relação a utilização da cana-de-açúcar como volumoso como alta produtividade, baixo risco agronômico e o fato dela apresentar sua maturidade exatamente no momento em que se tem a maior redução na produção de forragem.

É comum encontrar na literatura, textos que descrevem como principais pontos negativos da cana o seu baixo teor de proteína e minerais, porém estes problemas são de fácil solução bastando inserir na dieta que contenha este volumoso, ingredientes protéicos e suplementos minerais. Outras desvantagens da cana que também são relatadas são o seu baixo consumo e a necessidade de cortes diários.

Visando solucionar tais desvantagens tem-se utilizado o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* com agentes alcalinizantes primeiramente o hidróxido de sódio (NaOH) e posteriormente a cal virgem (CaO) ou hidratada ($Ca(OH)_2$). As vantagens das cales sobre o NaOH são o baixo custo e facilidade de aplicação, visto que as cales são menos corrosivas que o NaOH.

Os agentes alcalinizantes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “intumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo JACKSON (1977), conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com

KLOPFENSTEIN (1978) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra. De acordo com VAN SOEST (1994) o emprego de álcalis promove a hidrólise nas ligações covalentes tipo éster entre lignina e parede celular.

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a composição bromatológica, a digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e diferentes tempos de exposição ao ar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Campus de Jaboticabal/SP, entre os dias 28 de outubro e 02 de novembro de 2005, no Setor de Bovinocultura de leite, situada a 21º 15' 22'' de latitude sul e 48º 18' 22'' W de longitude oeste, a 610 m de altitude, com temperatura média anual de 22 ºC, pluviosidade 1400 mm/ano e umidade relativa do ar média de 70,8 %.

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade IAC 86-2480 plantada no campus da UNESP/Jaboticabal, sendo o corte realizado em soqueira com 12 meses (2º corte).

A cana foi cortada manualmente e picada em picadeira estacionária da marca Menta Mint® para obtenção de partículas entre 8 a 10 mm. Em seguida foram feitos amontoados de cana picada de aproximadamente 15 kg (matéria natural) e tratados com doses crescentes de cal microprocessada (CaO), 0 (controle); 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% com base na matéria natural da cana, amostras das canas foram retiradas nos seguintes tempos após o tratamento alcalino 0, 24, 48, 72 e 96 horas. De acordo com o fabricante a cal empregada apresentou 90% de CaO e 0,5% de MgO.

A cal foi diluída em água na quantidade de quatro litros de água para cada 100 kg de cana com base na matéria natural da cana. A quantidade de quatro litros de água se faz necessária por dois motivos: a) devido a cal virgem não ser previamente hidratada, como ocorre com a cal hidratada e b) para obtenção de calda com dose de cal acima de 0,5%.

As amostras retiradas nos tempos descritos foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da FCAV/Unesp.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados conforme os métodos descritos por SILVA e QUEIROZ (2002).

Para determinação da lignina foi utilizado o ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994), enquanto os teores de hemicelulose foram calculados por diferença entre FDN e FDA, e a celulose calculada por diferença entre FDA e lignina. Os carboidratos totais (CT) foram obtidos pela fórmula: CT = 100 - (PB + EE + MM), os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela subtração da fibra em detergente neutro corrigida para seu conteúdo de cinzas e proteína (FDNcp) dos CT (SNIFFEN et al. 1992).

No ensaio de digestibilidade *in vitro*, foi utilizada a metodologia do fermentador ruminal Daisy II (ANKON®), descrita a seguir.

Como doador do líquido ruminal foi utilizado um bovino mestiço holandês x zebu, o qual permaneceu em baia contendo cocho de alimentação e bebedouro por um período de adaptação de 15 dias. Recebeu uma dieta contendo 20 kg de cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% de cal virgem com 24 horas de exposição ao ar e 3 kg de concentrado contendo farelo de soja, milho moído e mistura mineral.

A coleta do conteúdo ruminal foi realizada no período da manhã do 16° dia do início da adaptação, sendo o mesmo colhido manualmente antes da primeira refeição. O conteúdo ruminal foi adequadamente acondicionado em garrafa térmica previamente aquecida a 39ºC. Posteriormente, levou-se o conteúdo ruminal ao Laboratório de Nutrição Animal, onde foi submetido à filtragem em tecido de algodão, através de pressão manual.

O líquido obtido foi utilizado para inoculação nos jarros de fermentação do fermentador ruminal DAISY II ANKON®, contendo os sacos de fermentação, sendo que cada saco continha 0,5g de amostra e a saliva artificial, ou seja, a solução tampão A, em gramas/litro (KH_2PO_4 = 10,0; $MgSO_4$ $7H_2O$ = 0,5; NaCl = 0,5; $CaCl_2.2H_2O$ = 0,1 e

Uréia = 0,5) e a solução tampão B, em gramas/litro (Na_2CO_3 = 15,0 e $Na_2S.9H_2O$ = 1,0), também foi injetado CO_2 a fim de manter a anaerobiose.

Todo o conteúdo dos jarros permaneceu durante 48 horas em incubação e posteriormente com 8 g de pepsina e 40 mL de ácido clorídrico durante 24 horas totalizando 72 horas de incubação. Ao final da incubação, os jarros foram abertos e drenados. Os sacos foram retirados e colocados em estufa a 55 ºC até atingirem peso constante para posterior determinação dos coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

Também foram determinados os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) como também o coeficiente de digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DIVVMS) segundo VAN SOEST (1994).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as doses da cal alocados nas parcelas e os tempos de exposição ao ar nas subparcelas, com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 observa-se os dados referentes a composição bromatológica da cana hidrolisada nas diferentes doses de cal e tempos de exposição ao ar. Não houve interação entre dose e tempo nas variáveis PB, EE, FDA, LIG, CT e CNF.

A elevação das doses de cal influenciou negativamente os teores de PB, EE, FDA, LIG e CT; atuando positivamente apenas nos CNF.

Resultados semelhantes dos teores de PB, FDA e LIG são descritos por HENRIQUES et al. (2007). De acordo com Lempp e Moraes citados por HENRIQUES et al. (2007) a redução dos teores de PB ocorre possivelmente porque a adição da cal à cana-de-

açúcar promove alteração na estrutura da proteína que está presente na bainha parenquimática dos feixes vasculares.

Apesar da diferença estatística a redução nos teores de PB foi numericamente pequena o que não implicou em grandes mudanças do ponto de vista nutricional da utilização da cana-de-açúcar hidrolisada na alimentação animal, já que a cana apresenta baixo teor de proteína.

Reduções significativas nos teores de FDA e LIG foram observadas a partir da dose de 1,0%, o que indicou que doses inferiores não foram capazes de agir de maneira eficiente sobre estas variáveis, a incapacidade de atuação das doses menores pode estar relacionada a maior rigidez da FDA e LIG quando comparada a FDN.

A redução nos teores de CT com o aumento das doses de cal ocorreu devido principalmente ao aumento nos teores da MM (a cal é composta basicamente de MM) que foram elevados em 4,45 vezes na cana hidrolisada com 2 % de cal em relação ao controle (0 % de cal).

O efeito positivo das doses de cal sobre as concentrações de CNF foi ocasionado pela redução nos teores de FDNcp, que esta diretamente correlacionado com a redução nos teores de FDN.

Em relação aos tempos de exposição ao ar o que é relevante destacar é a redução nos teores de CNF. Está redução está relacionada principalmente com o aumento da população de leveduras (Capítulo 2) que ao respirarem consomem principalmente os açúcares presentes na cana-de-açúcar o que consequentemente causa uma elevação nas variáveis relacionadas à parede celular (FDN e FDA). Esta elevação nos teores de fibra da cana com o passar das horas não significa que seja um aumento volumétrico de seus constituintes (celulose, hemicelulose e lignina) e sim um aumento percentual visto que todos estes parâmetros são apresentados em porcentagem da matéria seca total do alimento.

Tabela 4 : Teores das variáveis (Var) matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LIG), celulose (CEL), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) da cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem (CaO) microprocessada e diferentes tempos de exposição ao ar.

Var.	Dose de cal (%)					Tempo de exposição ao ar (horas)					Efeito[1]			CV[2] (%)	CV[3] (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	0	24	48	72	96	D	T	DxT		
MS	26,58	26,50	27,52	28,88	29,97	28,17	27,67	26,68	27,48	29,46	*	*	*	6,9	4,3
PB	2,32^{A}	2,11^{AB}	1,91^{BC}	1,78^{C}	1,69^{C}	1,69^{c}	1,81^{bc}	2,21^{a}	1,91^{b}	2,18^{a}	*	*	NS	13,7	11,5
EE	1,05^{A}	0,79^{AB}	0,77^{AB}	0,76^{AB}	0,63^{B}	0,40^{b}	1,07^{a}	0,73^{ab}	0,98^{a}	0,82^{a}	*	*	NS	41,6	54,2
MM	2,56	5,09	8,02	10,60	11,39	6,61	7,29	7,72	7,66	8,38	*	*	*	23,9	7,1
MO	97,43	94,90	91,98	89,39	88,61	93,39	92,71	92,27	92,33	91,61	*	*	*	1,9	0,6
FDN	50,84	45,10	39,98	36,90	36,22	38,95	39,73	41,61	43,15	45,59	*	*	*	9,6	5,0
FDA	30,08^{A}	27,80^{AB}	25,59^{BC}	23,97^{CD}	22,82^{D}	24,02^{b}	25,04^{b}	25,06^{b}	27,65^{a}	28,46^{a}	*	*	NS	10,5	9,0
HEM	20,76	17,22	14,40	12,93	12,58	14,93	14,6	15,73	15,50	17,13	*	*	*	16,1	12,2
LIG	4,71^{A}	4,57^{A}	3,54^{B}	2,41^{C}	2,92^{BC}	3,29	3,27	3,72	3,98	3,87	*	NS	NS	26,7	24,1
CEL	25,37	23,31	22,04	21,56	20,71	20,72	21,85	22,16	23,68	24,58	*	*	*	11,4	6,4
CT	94,06^{A}	91,88^{B}	89,29^{C}	86,84^{D}	86,32^{D}	91,29^{a}	89,85^{b}	89,34^{b}	89,31^{b}	88,61^{c}	*	*	NS	2,09	0,82
CNF	45,25^{B}	48,68^{AB}	51,94^{A}	52,39^{A}	51,99^{A}	55,02^{a}	52,28^{b}	49,76^{c}	48,22^{c}	44,98^{d}	*	*	NS	8,5	5,1

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas em relação a dose de cal e minúsculas em relação ao tempo de exposição ao ar, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (*P<0,05). Os teores de PB, EE, MM, MO, FDN, FDA, HEM, LIG, CEL, CT, CNF estão expressos em %MS.

[1]Probalbilidades de P<F, sendo D: doses de cal, T: tempo de exposição ao ar e DxT interação entre doses e tempo. * P<0,05. NS = não significativo.

[2]coeficiente de variação da dose de cal

[3]coeficiente de variação do tempo de exposição ao ar

O desdobramento das interações entre doses e tempos de exposição ao ar das variáveis MS, MM e MO encontram-se na Tabela 5.

Em relação aos teores de matéria seca observou-se um aumento gradual à medida que aumentou a dose de cal, esta elevação foi devido ao alto teor de MS da cal utilizada. Em relação ao tempo, o teor de matéria seca variou de forma inconstante.

As concentrações de MM variaram positivamente com o aumento da dose de cal, em todos os tempos avaliados, e isto era esperado, devido ao alto teor de MM presente na cal. Comportamento inverso foi observado para nos teores de MO em relação as doses de cal dentro de cada tempo de avaliação.

Com o passar das horas de exposição ao ar o teor de MO foi reduzindo gradativamente, esta redução foi causada pelo crescimento de microrganismos deterioradores principalmente leveduras (capítulo 2). Estes organismos consomem os carboidratos presente na cana que fazem parte da MO, causando assim sua redução.

Tabela 5: Desdobramento das interações entre doses de cal e tempos de exposição ao ar para as variáveis matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO).

Doses de cal (%MN)	Tempo de exposição ao ar (horas)					Médias
	0	24	48	72	96	
	MS (%)					
0	23,48 cC	25,19 aBC	27,18 abB	27,06 aB	29,98 abA	26,58
0,5	26,39 bB	25,51 bcB	24,92 bB	26,67 aAB	29,04 abA	26,50
1,0	28,87 abA	28,02 abAB	25,97 abB	26,72 aAB	28,00 bAB	27,52
1,5	30,55 aA	29,57 aAB	27,21 abB	27,86 aB	29,22 abAB	28,88
2,0	31,55 aA	30,04 aABC	28,11 aC	29,11 aBC	31,04 aAB	29,97
Médias	28,17	27,67	26,68	27,48	29,46	
CV[1] (%)						6,87
CV[2] (%)						4,32
	MM (%MS)					
0	2,27 cA	2,40 dA	2,38 dA	2,66 cA	3,10 dA	2,56
0,5	4,19 cC	5,08 cBC	5,38 cAB	4,52 cBC	6,29 cA	5,09
1,0	6,98 bB	7,66 bAB	8,42 bA	8,42 bA	8,61 bA	8,02
1,5	9,20 aC	10,05 aBC	10,95 aAB	11,03 aAB	11,81 aA	10,61
2,0	10,40 aB	11,26 aAB	11,48 aA	11,70 aA	12,10 aA	11,39
Médias	6,61	7,29	7,72	7,66	8,38	
CV[1] (%)						23,93
CV[2] (%)						7,16
	MO (%MS)					
0	97,73 aA	97,59 aA	97,62 aA	97,34 aA	96,89 aA	97,43
0,5	95,80 aA	94,92 bAB	94,61 bBC	95,48 aAB	93,70 bC	94,90
1,0	93,02 bA	92,33 cAB	91,58 cB	91,58 bB	91,39 cB	91,98
1,5	90,80 cA	89,95 dAB	89,05 dBC	88,97 cBC	88,19 dC	89,39
2,0	89,60 cA	88,74 dAB	88,52 dB	88,29 cB	87,89 dB	88,61
Médias	93,39	92,71	92,27	92,33	91,61	
CV[1] (%)						1,95
CV[2] (%)						0,58

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).
[1]Coeficiente de variação para dose de cal.
[2]Coeficiente de variação para tempo.

O desdobramento das interações entre doses e tempos de exposição ao ar das variáveis FDN, HEM e CEL encontram-se na Tabela 6.

A cal virgem foi eficiente em reduzir os teores de FDN da cana-de-açúcar, comprovando o seu poder alcalinizante (Tabela 6). A partir da dose 1,0% as reduções nos teores de FDN foram mais representativas. A FDN é composta basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, todavia a redução no teor de FDN não significa necessariamente que estes compostos tenham sido retirados da cana após o tratamento alcalino, o que de fato deve ter ocorrido é que após a hidrólise as ligações entre as moléculas de celulose (pontes de hidrogênio) e as ligações entre as moléculas de hemicelulose e lignina (ligações do tipo éster), foram quebradas e no processo de extração do detergente neutro estes compostos provavelmente foram lavados promovendo redução da FDN.

Em relação ao tempo de exposição ao ar observa-se uma elevação nos percentuais de FDN, podendo-se relacionar esta elevação com a redução no teor de CNF. Este aumento também não representa um crescimento volumétrico de FDN, na realidade este aumento é somente percentual, causado pela redução nos teores de CNF, como todos os nutrientes estão representados em porcentagem da MS a redução de um causa a elevação do outro.

As variáveis HEM e CEL acompanharam a mesma tendência de variação da FDN tanto para o tempo quanto para dose, e isto, reforçou o poder alcalinizante da cal, porém para estes componentes da fração fibrosa observa-se reduções interessantes a partir da dose 0,5% (Tabela 6).

Tabela 6: Desdobramento das interações entre doses de cal e tempos de exposição ao ar para as variáveis fibra em detergente neutro (FDN) hemicelulose (HEM) e celulose (CEL).

Doses de cal (%MN)	Tempo de exposição ao ar (horas)					Médias
	0	24	48	72	96	
	FDN (%MS)					
0	46,94 aB	45,85 aB	48,57 aB	54,38 aA	58,44 aA	50,84
0,5	42,24 abC	43,08 abBC	45,65 aABC	46,60 bAB	47,94 bA	45,10
1,0	37,60 bcB	38,74 bAB	40,16 bAB	40,05 cAB	43,38 bcA	39,99
1,5	33,89 cC	35,23 bABC	37,11 bABC	38,70 cAB	39,57 cA	36,90
2,0	34,12 cB	35,76 bAB	36,59 bAB	36,02 cAB	38,62 cA	36,22
Médias	38,96	39,73	41,62	43,15	45,59	
CV[1] (%)						9,65
CV[2] (%)						4,98
	HEM					
0	18,15 aC	18,53 aBC	18,80 aBC	22,18 aB	26,13 aA	20,76
0,5	17,03 aA	14,70 abA	18,24 aA	18,03 bA	18,10 bA	17,22
1,0	15,02 abA	13,73 bA	13,85 bA	14,02 bcA	15,36 bcA	14,40
1,5	11,72 bA	12,35 bA	13,98 bA	13,12 cA	13,50 cA	12,93
2,0	12,74 bA	13,69 bA	13,77 bA	10,16 cA	12,55 cA	12,58
Médias	14,93	14,60	15,73	15,50	17,13	
CV[1] (%)						16,07
CV[2] (%)						12,24
	CEL (%MS)					
0	24,43 aB	23,19 aB	24,46 aB	27,39 aA	27,36 aA	25,37
0,5	20,46 bc	24,16 aAB	22,17 abBC	23,97 abAB	25,77 abA	23,31
1,0	19,24 bB	21,60 abAB	23,25 aA	22,02 bAB	24,10 abA	22,04
1,5	20,16 bA	20,73 abA	21,62 abA	22,32 bA	22,97 bA	21,56
2,0	19,34 bB	19,58 bB	19,29 bB	22,64 bA	22,70 bA	20,71
Médias	20,72	21,85	22,16	23,67	24,58	
CV[1] (%)						11,38
CV[2] (%)						6,44

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).
[1]Coeficiente de variação para dose de cal.
[2]Coeficiente de variação para tempo.

Na Tabela 7 encontram-se os coeficientes da DIVMS, DIVFDN, DIVFDA e DIVVMS. Não houve interação entre dose e tempo no coeficiente de DIVFDA e DIVVMS.

A cal atuou de maneira positiva aumento a DIVVMS, visualiza-se que os valores desta variável foram semelhantes para todos os tratamentos que continham a cal e estes foram superiores ao tratamento controle (0%). A semelhança nas médias dos tratamentos com a cana hidrolisada sugere não haver necessidade da utilização de doses muito elevadas de cal, o que é positivo, visto que o tratamento da cana-de-açúcar com caldas com porcentagens elevadas de cal é complicado devido a dificuldade de diluir a cal, principalmente quando se utiliza a cal virgem.

Com o decorrer das primeiras 24 horas percebe-se uma redução na DIVVMS o que não prosseguiu nos demais tempos, e isto sugere que a maior redução na qualidade do material acontece nas primeiras 24 horas.

De modo geral, notou-se que as DIVVMS da cana hidrolisada foram próximas, e, neste contexto, torna-se interessante a utilização da menor dose de cal.

Tabela 7: Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), digetibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido e digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DIVVMS) da cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem (CaO) microprocessada e diferentes tempos de exposição ao ar.

Var.	Dose de cal (%)				Tempo de exposição ao ar (horas)				Efeito[1]			CV[2] (%)	CV[3] (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5	0	24	48	72	D	T	DxT		
DIVMS	63,92	66,80	68,61	70,34	69,77	68,58	67,23	64,07	*	*	*	4,3	3,1
DIVFDN	32,91	30,91	31,35	27,86	32,05	30,43	32,32	28,23	*	*	*	12,9	13,6
DIVFDA	29.52^{A}	26,80^{AB}	26,99^{AB}	22,51^{B}	26,33	29,12	26,48	23,89	*	NS	NS	24,6	23,4
DIVVMS	64,9^{B}	71,2^{A}	71,65^{A}	70,79^{A}	72,80^{a}	69,26^{b}	68,90^{b}	67,59^{b}	*	*	NS	5,1	4,1

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas em relação a dose de cal e minúsculas em relação ao tempo de exposição ao ar, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (*P<0,05). Os valores da DIVMS, DIVFDN, DIVFDA e DIVVMS estão expressos em %.

[1]Probalbilidades de P<F, sendo D: doses de cal, T: tempo de exposição ao ar e DxT interação entre doses e tempo. * P<0,05. NS = não significativo.

[2]coeficiente de variação da dose de cal

[3]coeficiente de variação do tempo de exposição ao ar

As médias dos coeficientes da DIVMS, para os tempos de exposição ao ar 0 e 24 horas foram semelhantes (P>0,05) independente da dose de cal utilizada, já para os

tempos de 48 e 72 horas a cana sem cal (dose 0) foi a que apresentou os valores mais baixos (Tabela 8).

Em relação às doses de cal 0,5 e 1,5% ambas não apresentaram diferença estatística independente do tempo de exposição ao ar. No entanto, ao compararmos as doses de 0 e 1,0% os melhores resultados foram aqueles dos menores tempos de exposição ao ar.

Verificando-se as médias gerais da dose e do tempo, pode-se afirmar que de modo geral os melhores resultados da DIVMS foram aqueles referentes aos menores tempos de exposição ao ar (0 e 24 horas) como também os tratamentos que receberam a cal (0,5; 1,0 e 1,5%). Isto mostra que a cana tem o seu valor de DIVMS aumentado quando hidrolisada com cal virgem. Os piores resultados na dose 0 como também no tempo 72 horas deve-se, provavelmente, aos maiores teores de FDN (Tabela 6).

No caso de 0,5% de cal, pode-se observar que a DIVMS manteve-se até 72h de exposição ao ar, o que não aconteceu na dose de 0% de cal.

Os resultados deste trabalho estão acima daqueles apresentados na maioria do trabalhos que avaliaram a DIVMS da cana-de-açúcar, como pode ser visto nos trabalhos de OLIVEIRA et al. (2007) e MOTA (2008).

De acordo com VAN SOEST (1994) nos estudos onde se avalia a digestibilidade dos volumosos tratados através de métodos gravimétricos, como as técnicas *in vitro* e in *situ*, pode-se superestimar os valores, uma vez que se considera que toda a MS da forragem desaparecida foi digerida. Tal fato não é verdadeiro, pois durante a hidrólise pode ocorrer a solubilização de parte da lignina que obviamente não é digerida pelos microrganismos do rúmen.

Os coeficientes de DIVFDN foram similares em todos os tempos dentro das doses, havendo diferença significativa apenas na dose 0 no tempo 72 horas. O efeito das doses dentro dos tempos foi observado apenas para 0 e 24 horas, sendo o pior resultado o obtido na dose de 1,5 de cal. De modo geral as doses de cal não atuaram de maneira eficiente para aumentar a DIVFDN como era o esperado, na verdade o que se depreende dos resultados aqui demonstrados é uma redução na DIVFDN. O coeficiente da DIVFDA também reduziu com o aumento da dose de cal (Tabela 7).

BALIEIRO NETO et al. (2008a, b), também encontraram redução nos coeficientes da DIVFDN quando a cana-de-açúcar foi tratada com óxido e hidróxido de cálcio, estes autores afirmaram que o aditivo provavelmente age primeiramente nos constituintes mais facilmente degradáveis sendo que alguns desses constituintes, após a hidrólise, deixam de compor a FDN, fazendo com que a FDN remanescente tenha menor digestibilidade. Estes autores também comentaram que o motivo para a redução é que os nutrientes solubilizados pelo óxido ou hidróxido de cálcio podem ser perdidos ou utilizados por microrganismos podendo não compensar a perda de carboidratos solúveis na armazenagem.

Tabela 8: Interações entre doses de cal e tempos de exposição ao ar da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN).

Doses de cal (%)	Tempo de exposição ao ar (horas)				Médias
	0	24	48	72	
	DIVMS (%)				
0	68,44 aA	68,67 aA	64,33 bB	54,25 bC	63,93
0,5	67,85 aA	66,89 aA	67,18 abA	65,27 aA	66,80
1,0	72,12 aA	68,07 aB	67,10 abB	67,16 aB	68,62
1,5	70,70 aA	70,73 aA	70,33 aA	69,59 aA	70,34
Médias	69,78	68,59	67,23	64,07	
CV[1] da dose (%)					4,34
CV[2] do tempo (%)					3,14
	DIVFDN (%)				
0	37,01 aA	34,88 aA	34,68 aA	25,09 aB	32,91
0,5	32,74 aA	29,20 abA	32,99 aA	28,72 aA	30,91
1,0	33,86 aA	31,65 abA	31,64 aA	28,28 aA	31,36
1,5	24,61 bA	26,02 bA	29,97 aA	30,84 aA	27,86
Médias	32,06	30,44	32,32	28,23	
CV[1] da dose (%)					12,93
CV[2] do tempo (%)					13,56

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).
[1]Coeficiente de variação.
[2]Coeficiente de variação para tempo.

A cal virgem atuou de maneira positiva na conservação da cana-de-açúcar quando comparada com a cana *in natura*, no entanto mesmo a cana hidrolisada teve sua composição bromatológica prejudicada com o decorrer do tempo, porém esta piora na sua qualidade foi bem inferior, quando comparada com a cana sem cal, e isto mostra que a cal preserva a cana-de-açúcar após a picagem.

É importante salientar que a tomada de decisão do ponto de vista nutricional da cana hidrolisada é o fato dos ganhos com a solubilização da fibra serem superiores às perdas dos carboidratos solúveis consumidos durante os períodos de exposição ao ar.

4. CONCLUSÕES

A cal virgem tem o poder de hidrolisar a fração fibrosa da cana-de-açúcar como também conservar a cana já picada.

As doses 0,5 e 1,0% apresentaram resultados similares às doses superiores, não havendo necessidade de aplicação de doses mais elevadas.

Com o passar do tempo há deterioração da cana-de-açúcar, porém esta deterioração é menor na cana hidrolisada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIEIRO NETO, G.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R. Óxido e hidróxido de cálcio na digestibilidade in vitro da MS e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar IAC 86-2480. In: XVIII Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2008, João Pessoa – PB. Anais... XVIII Congresso Brasileiro de Zootecnia, CD ROOM, 2008a.

BALIEIRO NETO, G.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R. Óxido e hidróxido de cálcio na digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar IAC 91-2195. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008b.

HENRIQUES, L.T.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Composição química e degradação *in situ* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em diferentes doses de inclusão e tempos de armazenagem. In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2007, Londrina, PR. **Anais...** XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2007.

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

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

MOTA, D.A. **Diferentes tipos de cales na hidrólise da cana-de-açúcar IAC 86-2480.** 54p. Dissertação (Mestrado) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, 2008.

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira,** v.8, n.1, p. 41-50, 2007.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v.70, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J. **Nutrition Ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press, 1994. 476p.

CAPÍTULO 4 – CONCENTRAÇÕES DE MACRO, MICROMINERAIS E MINERAIS TÓXICOS NA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* HIDROLISADA COM CAL VIRGEM (CaO).

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar a concentrações de macro, microminerais e minerais tóxicos na cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e diferentes tempos de exposição ao ar. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as doses da cal alocados nas parcelas (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) e os tempos de exposição ao ar nas subparcelas (0, 24, 48, 72 e 96 horas), com quatro repetições por tratamento. Avaliou-se as concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e cromo (Cr). Os teores de minerais foram influenciados pelos tratamentos ($P<0,05$), sendo a maior variação no teor de Ca, essa variação ocasionou uma grande alteração na relação Ca:P da cana-de-açúcar hidrolisada, chegando a relação de 36,46:1 na dose mais elevada de cal (2,0%), também foi detectado a presença do metal tóxico Pb nas amostras que continham cal. A cana-de-açúcar hidrolisada não deve ser fornecida de forma exclusiva aos animais ruminantes sendo necessário a utilização de concentrados para a formulação das dietas. Há presença de Pb na cal virgem, porém bem abaixo da concentração tóxica.

Palavras chaves: análise de alimento, hidrólise, óxido de cálcio, tratamento alcalino

CHAPTER 4 – CONCENTRATION OF MACRO, MICROMINERALS NA TOXIC MINERALS IN SUGARCANE IN WITH NATURA HYDROLYSED LIME (CaO).

ABSTRACT: The purpose of this study was evaluated the concentration of macro, micro and toxic minerals in sugarcane *in nature*, hydrolyzed with increasing doses of lime and different times of exposure to air. The experiment was a randomized design in split-splot, and the doses of lime allocated in plots (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) and the time of exposure to air in subplots (0, 24, 48, 72 e 96 hours), with four replicates per treatment. It was evaluated calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg), zinc (Zn), iron (I), copper (Cu), manganese (Mn), nickel (Ni), lead (Pb), cadmium (Cd) e chromium (Cr). Minerals levels significant effected of the treatments (P<0,05) and the biggest change to Ca concentration, this diference caused a dramatic change in the relationship Ca:P from sugarcane hydrolysed, reaching the ratio of 36,46:1 for the higher dose of lime (2,0%), was also detected the presence of the toxic metal lead in samples containing lime. The sugarcane hydrolysed should not be given exclusive to ruminant animals were is necessary the use of concentrates for the formulation of diets. There is presence of Pb in lime, but well below the toxic concentration.

Key words: alkali treatment, calcium oxide, food analysys, hydrolisis

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é um volumoso que há muitos anos vem sendo utilizado pelos pecuaristas, principalmente nos meses secos do ano onde há grande escassez de forragem devido a sazonalidade das forrageiras tropicais ocasionado, principalmente pela falta de chuvas.

A cana-de-açúcar possui como características agronômicas alta produtividade e facilidade no cultivo, sua composição bromatológica é marcada por uma grande concentração de carboidratos solúveis (açúcar), carboidratos fibrosos e baixa concentração de minerais e proteína.

Outra característica da cana-de-açúcar e a sua baixa digestibilidade da fração fibrosa, o que tem ocasionado consumo inferior deste volumoso quando comparado com volumosos que também são muito utilizados como silagem de sorgo e milho.

Com o intuito de aumentar a digestibilidade da fração fibrosa dos mais diversos alimentos a adição de alguns produtos químicos (agentes alcalinizantes - hidrólise) sobre alguns ingredientes volumosos, vem sendo estudada desde a década de 20.

Um grande número de elementos inorgânicos são essenciais para o crescimento normal e a reprodução dos animais. Os elementos inorgânicos são usualmente divididos em dois grupos, de acordo com a concentração presente no corpo dos animais. Estes grupos são os macroelementos e os elementos traços ou microelementos inorgânicos. Os microelementos são aqueles presentes no corpo animal em concentrações não maiores que 1 parte em 20000. Devido à baixa concentração presente no corpo dos animais e nos tecidos das plantas estes elementos são freqüentemente expressos em partes por milhão (mg/kg), conforme (MACDONALD, et al., 1966). Os macroelementos considerados essenciais são o cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S) e os microelementos são o cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), selênio (Se), zinco (Zn), níquel (Ni) e cromo (Cr), segundo o (NRC, 2001).

O conceito sobre minerais tóxicos deve ser feito de maneira cuidadosa, e isto é conveniente pelo fato de alguns minerais serem considerados essenciais, mas em concentrações muito elevadas pode causar intoxicação aos animais ou de maneira indireta causar a deficiência de um segundo mineral devido ao antagonismo entre eles. As mais diversas interações sinérgicas e antagônicas entre os minerais estão bem ilustradas no trabalho de GEORGIEVSKII (1982).

De acordo com o NRC (2001) são considerados os principais elementos tóxicos cádmio (Cd), flúor (F), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg).

No caso de dietas que possua a cana hidrolisada com cal virgem, atenção especial deve ser dada a composição de minerais, pois dependendo da cal utilizada, grandes quantidades de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são acrescentadas à dieta, como também pode ocorrer a presença de metais pesados, visto que a cal virgem é obtida através do processo de calcinação de rochas calcitas e dolomitas, sendo assim a composição química da cal virgem pode variar bastante.

O objetivo do presente estudo foi avaliar as concentrações de macro, microminerais e metais tóxicos na cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem em diferentes tempos de exposição ao ar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Campus de Jaboticabal/SP, entre os dias 28 de outubro e 02 de novembro de 2005, no Setor de Bovinocultura de leite, situada a 21º 15’ 22’’ de latitude sul e 48º 18’ 22’’ W de longitude oeste, a 610 m de altitude, com temperatura média anual de 22 ºC, pluviosidade 1400 mm/ano e umidade relativa do ar média de 70,8 %.

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade IAC 86-2480 plantada no campus da UNESP/Jaboticabal, sendo o corte realizado em soqueira com 12 meses (2º corte).

A cana foi cortada manualmente e picada em picadeira estacionária da marca Menta Mint® para obtenção de partículas entre 8 a 10 mm, em seguida foram feitos

amontoados de cana picada de aproximadamente 15 kg (matéria natural) e tratados com doses crescentes de cal microprocessada (CaO), 0,0% (controle); 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% com base na matéria natural da cana, amostras das canas foram retiradas nos seguintes tempos após o tratamento alcalino 0, 24, 48, 72 e 96 horas. De acordo com o fabricante a cal empregada apresentou 90% de CaO e 0,5% de MgO.

As diferentes dose de cal foram diluídas em água na quantidade de quatro litros para cada 100 kg de cana com base na matéria natural da cana. A quantidade de 4 litros de água se faz necessária por dois motivos: a) devido a cal virgem não ser previamente hidratada, como ocorre com a cal hidratada e b) para obtenção de caldas com doses de cal acima de 0,5%.

As amostras retiradas nos tempos descritos foram analisadas no Laboratório Central e no Laboratório de Bioquímica da FCAV/Unesp.

A preparação das soluções minerais para posterior leitura foi feita pela “via seca” segundo SILVA e QUEIROZ (2002). As leituras dos minerais cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e cromo (Cr), foram feitas utilizando aparelho de espectofotometria por absorção atômica e o fósforo (P) em aparelho de colorimetria.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as doses da cal alocados nas parcelas e os tempos de exposição ao ar nas subparcelas, com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo não foram encontrados cádmio e cromo nas amostras analisadas independente do tratamento, podendo-se inferir que nem a cana-de-açúcar quanto à cal possuem concentrações representativas destes minerais, de fato VALADARES FILHO

et al. (2002) em ampla compilação de resultados de análises bromatológicas de alimentos para bovinos, sequer citam a presença destes minerais na cana-de-açúcar.

Na tabela 9 serão apresentadas as médias de Ca, P, K, Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Ni e PB e na Tabela 10 o desdobramento da interação entre doses de cal e os tempos para os minerais P, Fe e Ni, respectivamente.

Houve efeito significativo para dose e tempo, não ocorrendo o mesmo para a interação com relação aos teores de Ca, K, Mg, Cu (Tabela 9).

Os teores de Ca aumentaram gradativamente à medida que se elevava a dose de cal virgem, isto devido ao teor de CaO da mesma.

Os teores de K e Mg seguiram a mesma tendência sendo o tratamento sem cal foi aquele que apresentou os maiores teores destes minerais. Em se tratando de Mg este resultado não era o esperado, visto que, a cal utilizada apresenta segundo o fabricante teor de MgO de 0,5%, este fato nos leva a crer que teor de MgO na cal virgem pode ser muito variável e ainda menor por se tratar de uma rocha, sofrendo assim grandes variações. Em relação ao fator tempo, houve um acréscimo na concentração K, Mg como também de Ca, esta elevação nos teores destes macrominerais foi ocasionada pela redução nos teores de carboidratos solúveis presente na cana-de-açúcar que foram consumidos pelos microrganismos (Capitulo 2). O consumo destes carboidratos faz com que os teores dos demais nutrientes aumente percentualmente (Capítulo 3).

Houve interação entre dose e tempo para a avaliação das concentrações de P (Tabela 10). Os teores de P reduziram com a elevação das doses de cal. Apesar da diferença ser significativa, do ponto de vista nutricional, esta diferença não é representativa visto que, entre as doses 0,0; 0,5; 1,0; 1,5% esta variação ficou em torno de 0,024 unidades, porém quando se trabalha com doses de 2,0% esta variação é bem superior.

De acordo com Technical Commitee on Responses to Nutrientes – TCORN, (1991), os bovinos apresentam grande tolerância à ingestão de Ca em excesso as suas necessidades, desde que os requisitos de P estejam atendidos, no entanto, relações Ca:P superiores a 8:1 podem comprometer o desempenho animal.

Neste estudo a relação Ca:P teve grande variação, para a cana sem cal (0,0%) a relação Ca:P foi de 1,85:1 esta relação é muito próxima da ideal (2:1), no entanto os teores destes minerais estão abaixo das exigências nutricionais das diversas categorias dos animais ruminantes. Ao adicionar quantidades crescentes de cal à cana observou-se também um aumento na relação Ca:P, cujas relações foram de 10,70:1; 18,07:1; 30,65:1; 36,46:1; para as doses 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% respectivamente. Estes valores são extremamente elevados não sendo possível o fornecimento exclusivo da cana-de-açúcar hidrolisada para animais ruminantes.A cana deve ser fornecida com o concentrado na forma de ração total. Os alimentos concentrados geralmente apresentam grandes quantidades de P e baixa de Ca. Deve-se ressaltar que os cálculos aqui apresentados para a relação Ca:P estão levando em consideração os percentuais brutos de cada mineral na cana-de-açúcar hidrolisada, isto é, sem as suas respectivas biodisponibilidades o que pode diminuir esta relação.

PIAU et al. (2008) ao avaliarem o efeito da hidrólise alcalina sobre a concentração fecal de cálcio, fósforo e magnésio em vacas leiteiras concluíram que a utilização da cana-de-açúcar hidrolisada não alterou as excreções fecais de Ca e Mg, sendo observado maior excreção do fósforo. Os autores justificaram a maior excreção de P através das altas concentrações de Ca na dieta que, provavelmente causaram a menor absorção de P, no entanto os autores afirmaram que apesar do ocorrido não foi observado prejuízo aos animais que consumiram cana-de-açúcar hidrolisada.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9 notou-se um elevado coeficiente de variação para os minerais Zn, Cu, Ni e Pb, e isto explica a grande variação nos resultados o que dificulta uma explicação coerente a partir dos efeitos dos tratamentos.

Convém salientar em relação aos minerais Zn, Cu e Ni é que todos apresentaram concentrações abaixo das exigências nutricionais para bovinos de aptidão leiteira (NRC, 2001), bem como para bovinos de aptidão para produção de carne (NRC, 1996). Os teores de Ni elevaram-se com o aumento na dosagem de cal virgem (Tabela 10) demonstrando a presença deste mineral na sua composição, fato este pouco demonstrado nos rótulos das cales disponíveis no mercado.

Além da variação no teor dos macro e microminerais, existe a possibilidade da presença de metais tóxicos nas cales. MALAVOLTA (1994) relatou teores variando de 5 a 100 mg/kg de Pb em calcários de acordo com a literatura internacional e 23 a 28 mg/kg para calcários produzidos em Minas Gerais, Brasil. A afirmação de MALAVOLTA (1994), nos indica que pode ocorrer a presença de Pb na cal, haja visto que esta é produzida a partir da calcinação ou queima do calcário (ALCARDE, 2005). Verifica-se a presença de Pb nos tratamentos de continham a cal virgem (Tabela 9), confirmando a hipótese da presença de Pb na cal, e isto é importante do ponto de vista nutricional implicando na necessidade de se tomar cuidado ao formular dietas que contenham a cana-de-açúcar hidrolisada. Com base nestes resultados, os teores de Pb aqui apresentados são bem inferiores as concentrações necessárias para causar intoxicação, que segundo NRC (1996) é de 30 ppm. Porém, também não são encontrados nos rótulos das cales utilizadas na alimentação animal teores de Pb.

Tabela 9: Médias de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), níquel (Ni) e chumbo (Pb) da cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem (CaO) microprocessada e diferentes tempos de exposição ao ar.

Var	Dose de cal (%)					Tempo de exposição ao ar (horas)					Efeito[1]			CV[2] (%)	CV[3] (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	0	24	48	72	96	D	T	DxT		
Ca	$0,23^{D}$	$1,25^{C}$	$2,19^{B}$	$3,10^{A}$	$3,06^{A}$	$1,70^{b}$	$1,92^{ab}$	$2,02^{a}$	$2,04^{a}$	$2,15^{a}$	*	*	NS	15,7	14,2
P	0,125	0,117	0,121	0,101	0,084	0,107	0,103	0,114	0,111	0,113	*	NS	*	18,2	16,9
K	$0,88^{A}$	$0,75^{B}$	$0,74^{BC}$	$0,70^{BC}$	$0,64^{C}$	$0,67^{c}$	$0,68^{c}$	$0,75^{b}$	$0,77^{b}$	$0,83^{a}$	*	*	NS	15,4	5,9
Mg	$0,112^{A}$	$0,108^{AB}$	$0,095^{C}$	$0,106^{ABC}$	$0,101^{BC}$	$0,096^{d}$	$0,100^{cd}$	$0,104^{bc}$	$0,110^{ab}$	$0,113^{a}$	*	*	NS	10,6	8,4
Zn	$22,7^{A}$	$18,8^{AB}$	$13,45^{B}$	$16,9^{AB}$	$13,05^{B}$	14,25	13,80	19,25	17,45	20,15	*	NS	NS	50,9	50,8
Fe	308,0	275,9	294,8	342,3	287,4	294,1	264,1	315,8	286,0	348,6	NS	*	*	24,1	18,1
Cu	$3,55^{A}$	$2,15^{B}$	$1,90^{B}$	$2,45^{B}$	$1,85^{B}$	$3,15^{a}$	$2,25^{b}$	$2,60^{ab}$	$1,95^{b}$	$1,95^{b}$	*	*	NS	44,5	42,3
Mn	31,70	33,45	31,75	33,80	34,00	$29,70^{b}$	$30,85^{b}$	$35,40^{a}$	$33,55^{a}$	$35,2^{a}$	NS	*	NS	13,1	9,1
Ni	0,00	0,05	0,15	2,20	2,40	0,90	0,90	0,75	1,10	1,15	*	NS	*	63,1	81,2
Pb	$0,00^{B}$	$1,15^{B}$	$4,30^{A}$	$5,6^{A}$	$6,25^{A}$	4,85	3,30	3,80	2,50	2,85	*	NS	NS	85,2	86,1

Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas em relação a dose de cal e minúsculas em relação ao tempo de exposição ao ar, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (*P<0,05). Os teores de Ca, P, K e Mg estão expressos em %MS e os teores de Zn, Fe, Cu, Mn, Ni e Pb estão expressos em mg/kg.

[1]Probalbilidades de P<F, sendo D: doses de cal, T: tempo de exposição ao ar e DxT interação entre doses e tempo.

* P<0,05. NS = não significativo.

[2]coeficiente de variação da dose de cal

[3]coeficiente de variação do tempo de exposição ao ar

Tabela 10: Desdobramento das interações entre doses de cal e tempos de exposição ao ar para os minerais fósforo (P), ferro (Fe) e níquel (Ni).

Doses de cal (%MN)	Tempo de exposição ao ar (horas)					Médias
	0	24	48	72	96	
	P (%)					
0	0,120 aA	0,107 abA	0,142 aA	0,130 aA	0,125 abA	0,125
0,5	0,107 aB	0,117 aA	0,110 abA	0,117 aA	0,135 aA	0,117
1,0	0,117 aA	0,117 aA	0,125 aA	0,107 aA	0,137 aA	0,121
1,5	0,120 aA	0,092 abAB	0,115 aA	0,100 aAB	0,077 cB	0,101
2,0	0,072 bA	0,080 bA	0,077 bA	0,100 aA	0,090 bcA	0,084
Médias	0,107	0,103	0,114	0,111	0,113	
CV[1] (%)						18,22
CV[2] (%)						16,96
	Fe (ppm)					
0	291 abA	276 aA	336 abA	303 abA	333 bA	308
0,5	245 bAB	278 aAB	301 bAB	220 bB	335 bA	276
1,0	280 bB	212 aB	266 bB	257 bB	459 aA	295
1,5	398 aAB	320 aBC	431 aA	247 bC	314 aBC	342
2,0	256 bB	234 aB	243 bB	401 aA	302 bAB	287
Médias	294	264	315	285	348	
CV[1] (%)						24,11
CV[2] (%)						18,13
	Ni (ppm)					
0	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0,00
0,5	0,25 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,00 bA	0.05
1,0	0,25 bA	0,25 bA	0,00 bA	0,00 cA	0,25 bA	0,15
1,5	0,25 bC	0,25 bC	2,00 aB	4,00 aA	4,50 aA	2,20
2,0	3,75 aA	4,00 aA	1,75 aB	1,5 bB	1,00 bB	2,40
Médias	0.90	0,90	0,75	1,10	1,15	
CV[1] (%)						63,08
CV[2] (%)						81,25

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).
[1]Coeficiente de variação para dose de cal.
[2]Coeficiente de variação para tempo.

Devido a variação na composição química das cales, os técnicos responsáveis pela formulação de dietas que venham a utilizar a cana hidrolisada, devem ter atenção redobrada para o balanceamento, principalmente nos teores de minerais. A relação

Ca:P como os teores de Mg podem ser drasticamente alterados de acordo com a composição química da cal utilizada e da dose empregada na hidrólise. Outro cuidado a ser tomado é que frequentemente os teores demonstrados nos rótulos não são pontuais sendo apresentados em quantidades mínimas e máximas de determinado composto químico.

4. CONCLUSÕES

A dose de 0,5 % de cal virgem é recomendada face à elevação nos teores de Ca e da relação Ca:P.

A cana-de-açúcar hidrolisada não deve ser fornecida de forma exclusiva aos animais ruminantes sendo necessário a utilização de concentrado..

Há presença de Pb na cal virgem, porém bem abaixo da concentração tóxica para ruminantes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. ANDA (Boletim Técnico, 6). 24 p. 2005.

GEORGIEVSKII, V.I. General information on minerals. In: Georgievskii, V.I.; B.N. Annenkov, B.N.; Samokhin, V.I. (Eds.) **Mineral nutrition of animals**. Londres: Butterworths, 1982. p.11-56.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: mitos, mistificações e fatos.** São Paulo. ProduQuímica, 153p. 1994.

MACDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. Minerals In: **Animal Nutrition**. London, 1966. p. 75-96.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ª ed. Washington, National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutriente requirementes of dairy cattle**. 7ª. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 280p.

PIAU, T.S.; EZEQUIEL, J.M.B.; D'ÁUREA, A.P. Efeito da hidrólise alcalina sobre a concentração fecal de cálcio, fósforo e magnésio em vacas leiteiras. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD ROOM, 2008.

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

TECNICAL COMMITTEE ON RESPONSES TO NUTRIENTS. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Ser. B, Farnham Royal, v. 61, p. 573-612, 1991.

VALADARES FILHO, S. de C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** CQBAL 2.0. Viçosa: UFV, 2002. 297p.

CAPÍTULO 5 – DESEMPENHO, CONSUMO E CONVERSÃO ALIMENTAR DE NOVILHAS ANGUS X NELORE ALIMENTADAS COM CANA HIDROLISADA

RESUMO: Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho, o consumo e a conversão alimentar de novilhas Angus x Nelore alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada. Foram utilizadas 24 novilhas (1/2 sangue Angus x Nelore) com peso corporal médio de 242 kg ± 23 kg confinadas em baias individuais com área total de 15 m^2. O trabalho foi composto por seis tratamentos distribuídos da seguinte forma: T1 – cana *in natura*: a cana-de-açúcar após picada era fornecida aos animais. T2 – cana hidrolisada com 0,5% cal virgem e 24 horas de exposição ao ar. T3 – cana hidrolisada com 0,5% cal virgem e 48 horas de exposição ao ar. T4 – cana hidrolisada com 1,0% cal virgem e 24 horas de exposição ao ar. T5 – cana hidrolisada com 1,0% cal virgem e 48 horas de exposição ao ar. T6 – cana hidrolisada com 1,0% cal virgem e 72 horas de exposição ao ar. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5 % de probabilidade. Não foi detectado diferença estatísticas em nenhum dos tratamentos (P>0,05). O tratamento da cana-de-açúcar com cal virgem não aumentou o consumo e o desempenho dos animais avaliados neste trabalho.

Palavras chaves: hidrólise, nutrição de ruminantes, óxido de cálcio, tratamento alcalino

CHAPTER 5 – PERFORMANCE, FOOD CONSUMPTION AND FEED CONVERSION OF HEIFERS ANGUS X NELORE FED HYDROLYSED SUGARCANE

ABSTRACT: The objective of this study was evaluated the performance, consumption and feed conversion of heifers Angus x Nelore fed with sugarcane hydrolyzed. 24 Heifers were used (1/2 blood angus x nelore) with average body weight of 242 kg ± 23 kg confined in individual pens with total area of 15 m^2. The work was composed of six treatments distributed as follows: T1 – cane *in natura*: the sugarcane after peak was given to animals. T2 – hydrolyzed cane with 0,5 % lime and 24 hours of exposure to air. T3 – hydrolyzed cane with 0,5 % lime and 48 hours of exposure to air. T4 – hydrolyzed cane with 1,0 % lime and 24 hours of exposure to air. T5 – hydrolyzed cane with 1,0 % lime and 48 hours of exposure to air. T6 – hydrolyzed cane with 1,0 % lime and 72 hours of exposure to air. We used completely randomized with four replicates per treatment, and averages compared by tukey test the significance level of 5 % probability. No statistical difference was found for any of the treatments (P>0,05). The processing of sugarcane e with lime did not increase the consumption and performance of animals evaluated in this study.

Key words: alkali treatment, calcium oxide, nutrition ruminants, hydrolysis

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura brasileira tem grande importância para o desenvolvimento nacional, visto que, além de ter o papel social de fixar o homem no meio rural, o leite a carne e seus derivados têm presença marcante no hábito alimentar do brasileiro. Junto a isso, o Brasil nos últimos anos tem elevado potencialmente a sua participação no mercado internacional destes produtos.

A cana-de-açúcar é uma cultura em franca expansão no território nacional, sendo o estado de São Paulo o maior produtor de cana do Brasil, este aumento na área plantada é devido ao aumento na produção de etanol causado pelo interesse das grandes potências em utilizar combustíveis renováveis e consequentemente reduzir a dependência dos países produtores de petróleo. Por outro lado, esta espécie forrageira também tem grande importância no setor pecuário das nações tropicais, tendo o Brasil como berço de difusão de tecnologia (AMARAL, 2007).

Características como colheita na entressafra, alta produção de matéria seca por hectare, custo da matéria seca relativamente baixo, fácil manejo e pouco risco agronômico em comparação com as culturas tradicionalmente utilizadas como o milho para a produção de silagem, tem feito da cana-de-açúcar uma opção para a alimentação animal nas pequenas e grandes propriedades rurais. Esta forrageira inicialmente foi preconizada para ser utilizada na forma *in natura* e mais recentemente na forma de silagem.

A idéia da utilização da cana como volumoso não é recente, PEIXOTO et al. (1974) citados por BIONDI et al. (1978) esclarecem que já existem relatos de seu aproveitamento na alimentação animal, em específico para ruminantes, desde 1893.

Na literatura nacional um dos primeiros relatos da utilização da cana na alimentação animal foi feito na década de 40 (ATHANASSOF et al., 1940).

Dois pontos negativos são relevantes no estudo da cana-de-açúcar. O primeiro é em relação à baixa digestibilidade aparente da porção fibrosa da cana, esta baixa digestibilidade tem causado um baixo consumo de matéria seca, logo uma baixa ingestão de nutrientes. O segundo está relacionado ao corte diário da cana que onera o

custo de produção dos sistemas onde a cana está inserida e também reduz a qualidade de vida do produtor rural porque este tem a necessidade de cortar a cana seja nos finais de semana como também nos feriados. Este aspecto é interessante, pois viabiliza o uso da cana nestas condições, independente de melhor desempenho dos animais, quer seja em ganho de peso ou produção de leite.

Com o intuito de aumentar a digestibilidade da fração fibrosa dos mais diversos alimentos a adição de alguns produtos químicos (agentes alcalinizantes - hidrólise) sobre alguns ingredientes volumosos, vem sendo estudada desde a década de 20, dentre eles os mais utilizados são, hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio, amônia anidra e mais recentemente óxido de cálcio. Esses agentes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “intumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo JACKSON (1977), conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com KLOPFENSTEIN (1978) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste, leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

Estes agentes alcalinizantes também seriam capazes de conservar o material já picado, isto é, reduzir a necessidade de cortes diários do canavial podendo ocasionar uma melhora na logística de utilização da cana-de-açúcar.

O dogma de ser considerado um volumoso restrito a animais de baixo potencial produtivo, quer seja para leite ou carne, preconizado por pesquisadores e técnicos nos idos dos anos 70 e 80, vem sendo substancialmente renegado. Encontrava-se na literatura citações taxando a utilização da cana-de-açúcar para vacas com produção até 10 kg leite/dia. Atualmente, trabalhos de pesquisa e experiências práticas mostram que a cana-de-açúcar pode e deve ser utilizada para animais de alta produção (REIS et al. 2006).

Segundo NUSSIO et al. (2005) a competência adquirida em formulações de rações contendo cana-de-açúcar, a adoção de práticas de manejo e o lançamento de variedades mais apropriadas à alimentação animal demonstram possibilidade de bons

desempenhos, sob menor custo com o uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.

Objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho, consumo e conversão alimentar de novilhas mestiças (Angus x Nelore) alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Campus de Jaboticabal/SP, situada a 21º 15' 22'' de latitude sul e 48º 18' 22'' de longitude oeste, a 610 m de altitude, com temperatura média anual de 22 ºC, pluviosidade 1400 mm/ano e umidade relativa do ar média de 70,8 %.

A cana-de-açúcar utilizada foi o cultivar IAC 86-2480 plantada no campus da UNESP/Jaboticabal, sendo o corte realizado a partir do momento em que a mesma estava com 9 meses de idade (1º corte). A cana-de-açúcar foi cortada com o auxílio de uma forrageira da marca Menta Mint modelo Premium Doblo® acoplada ao trator, sendo a máquina regulada para obtenção de partículas de 8 a 10 mm.

De acordo com LANDELL et al. (1997 e 2002), trata-se de uma variedade de maturação precoce. MARGARIDO (2006) comentou que cultivares de cana-de-açúcar considerados precoces podem ser utilizados a partir do mês de julho do ano subseqüente ao plantio, independentemente se a cana foi plantada de setembro a novembro (cana-de-ano) ou plantadas de janeiro a abril (cana-de-ano e meio) (SEGATO et al. 2006).

A fase de campo do experimento foi realizada entre os meses de Agosto e Novembro de 2007. A duração total foi de 105 dias sendo os 21 dias iniciais de adaptação dos animais à instalação e manejo e 84 dias de avaliação divididos em 3 períodos de 28 dias. Os animais foram pesados ao final de cada período após jejum hídrico e alimentar de 15 horas.

Foram utilizadas 24 novilhas (1/2 sangue Angus x Nelore) com peso corporal médio de 242 kg ± 23 kg confinadas em baias individuais providas de cochos e comedouros com área total de 15 m^2.Todos os animais foram identificados e submetidos ao controle de endo e ectoparasitas.

Os animais foram distribuídos nos seguintes tratamentos:

T1 – cana *in natura*: a cana-de-açúcar após picada era fornecida aos animais.

T2 – cana hidrolisada com 0,5% cal virgem e 24 horas de exposição ao ar.

T3 – cana hidrolisada com 0,5% cal virgem e 48 horas de exposição ao ar.

T4 – cana hidrolisada com 1,0% cal virgem e 24 horas de exposição ao ar.

T5 – cana hidrolisada com 1,0% cal virgem e 48 horas de exposição ao ar.

T6 – cana hidrolisada com 1,0% cal virgem e 72 horas de exposição ao ar.

As dietas experimentais foram compostas pela relação volumoso:concentrado 60:40 com base na matéria seca, com o objetivo de maximizar o efeito das canas-de-açúcar. Todos os animais receberam o mesmo concentrado, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Composição do concentrado (%MN)

Ingredientes	% (MN)
Milho	48,38
Farelo de Soja	43,12
Uréia	2,5
Núcleo mineral*	6,0

* Composição (Níveis de garantia de acordo com o fabricante): P – 40 g, Ca – 146 g, Na – 56 g, S – 40 g, Mg – 20 g, Cu – 350 mg, Zn – 1300 mg, Mn – 900 mg, Ferro – 1050 mg, Co – 10 mg, I – 24 mg, Se – 10 mg, F (max.) 400 mg, veículo q.s.q 1000g.

De acordo com o fabricante a cal virgem utilizada na hidrólise da cana-de-açúcar apresentou a seguinte composição química 90% de CaO e 0,5% de MgO.

As dietas foram calculadas de acordo com as exigências nutricionais apresentadas pelo NRC (1996), objetivando ganho médio diário de 1 kg.

A alimentação foi fornecida, à vontade, em duas refeições diárias com quantidades iguais sendo a primeira as 6 horas e a segunda as 13 horas visando a obtenção de sobras de 5 a 10% do fornecido.

Amostras do concentrado, volumoso e sobras de cada animal foram coletadas três vezes por semana. Estas amostras foram armazenadas em congelador a – 5 ºC. Posteriormente, foram feitas amostras compostas por animal por período (28 dias) com base no peso seco.

As amostras compostas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da FCAV/Unesp para análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) segundo SILVA e QUEIROZ (2002).

Todos os tratamentos que continham a cana hidrolisada foram feitos misturando-se a respectiva dose de cal (%MN da cana-de-açúcar) de cada tratamento a quatro litros de água para cada 100 kg de cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar depois de picada era espalhada em camadas de ± 20 cm sobre piso de concreto em galpão coberto sem paredes laterais, em seguida era distribuída sobre a mesma a calda contendo a respectiva dose de cal de cada tratamento sendo a cana homogeneizada até que o volumoso apresenta-se a coloração amarela característica da cana-de-açúcar hidrolisada. Após a mistura a cana era amontoada e respeitavam-se os tempos de exposição ao ar de cada tratamento para fornecimento aos animais.

A composição bromatológica do concentrado da cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisada está descrita na Tabela 12.

Tabela 12: Composição bromatológica do concentrado e da cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisada em diferentes tempos de exposição ao ar utilizadas nas dietas

Item	Concentrado[2]	Volumoso (cana-de-açúcar)[3]					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
MS	89,16	29,18	30,97	28,83	31,47	30,15	31,60
PB[1]	34,17	1,95	2,05	2,50	2,00	2,27	2,01
MM[1]	10,15	4,92	7,37	7,88	9,01	10,18	9,84
MO[1]	89,85	95,08	92,63	92,12	90,99	89,82	90,16
FDN[1]	16,37	49,03	62,36	65,35	61,62	63,21	62,67
EE[1]	3,83	0,81	0,96	1,07	0,78	1,28	0,66
Ca[1]	1,09	0,20	1,23	1,28	2,11	2,26	2,30
P[1]	0,58	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11
Ca:P	1,82:1	1,67:1	10,25:1	11,64:1	17,58:1	18,83:1	20,91:1

[1] % MS

[2] Os teores de Ca e P do concentrado são os valores descritos por VALADARES FILHO et al. (2002) para o grão de milho moído, farelo de soja e uréia e os valores descritos pelo fabricante do suplemento mineral.

[3] Os valores de Ca e P do volumoso apresentados nesta tabela são baseados nos resultados obtidos no experimento 1.

T1 – cana *in natura*. T2 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T3 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T4 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T5 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T6 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 72 horas de exposição ao ar.

A composição bromatológica das dietas totais (volumoso mais concentrado) encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13: Composição bromatológica e teores de Ca e P das dietas totais (volumoso mais concentrado)

Item	Dietas experimentais[2]					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
MS	39,47	40,85	39,07	41,27	40,17	41,37
PB[1]	14,34	13,95	14,77	13,80	14,29	13,78
MM[1]	6,93	8,40	8,76	9,43	10,17	9,95
MO[1]	93,07	91,60	91,24	90,27	89,83	90,05
FDN[1]	36,47	45,32	46,37	45,02	45,56	45,73
EE[1]	1,97	2,02	2,14	1,90	2,24	1,82
Ca[1]	0,56	1,17	1,20	1,70	1,79	1,82
P[1]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Ca:P	1,87:1	3,9:1	4,0:1	5,67:1	5,97:1	6,07:1

[1] % MS.
[2] Dieta total com relação volumoso:concentrado de 60:40.
T1 – cana *in natura*. T2 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T3 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T4 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T5 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T6 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 72 horas de exposição ao ar.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições por tratamento, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de significância de 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da escassez de resultados de desempenho animal envolvendo a cana-de-açúcar hidrolisada, um número cada vez maior de produtores vem adotando esta tecnologia.

Segundo BERGER et al. (1994) o objetivo do tratamento de forragens é aumentar o consumo de alimentos com alto teor de fibra, com base na melhora na taxa ou extensão de digestão e na disponibilidade de nutrientes.

Nos resultados apresentados na Tabela 14 verifica-se que não houve efeito significativo em nenhuma variável, com exceção do consumo de FDN em % PC, que foi superior nos animais que receberam a dieta do T4 em relação aos animais que receberam a dieta do T1.

A semelhança nos valores de consumo sugere que a atuação da cal sobre a fibra (hidrólise) não foi suficiente para estimular o consumo da cana hidrolisada, fato esperado, visto que os resultados laboratoriais (capítulo 3) indicam tal resultado.

Apesar da semelhança estatística dos resultados de consumo alguns parâmetros de consumos devem ser observados de maneira criteriosa.

Os animais que receberam a dieta do T4 foram os que apresentaram os maiores valores numéricos para o consumo dos nutrientes avaliados, e isto é explicado pelo maior consumo absoluto de MS.

Os valores numéricos de consumo de MM (kg/dia) aumentaram com o tratamento da cana com a cal virgem. Este resultado era esperado devido a elevação nos teores de MM das dietas que continham a cal.

Os valores de consumo de FDN também aumentaram numericamente com a adição de cal ($P<0,05$). O aumento no consumo de FDN foi resultado do aumento na concentração de FDN nas dietas que continham a cana hidrolisada, no entanto este aumento no consumo de fibra, provavelmente, não está relacionado ao conhecido poder de hidrólise da cal virgem. O que de fato ocorreu é que todos os tratamentos que continham a cana hidrolisada ficaram armazenados entre 24 e 72 horas, durante a estocagem ocorrem o desenvolvimento de microrganismos deterioradores que consomem os carboidratos solúveis da cana causando o aumento percentual de FDN (Capítulo 3) na cana hidrolisada e consequentemente aumentando a sua ingestão. Os animais do tratamento T2 consumiram 40,31% mais FDN que os animais do T1.

Os consumos de MS em %PC foram satisfatórios em todos os tratamentos, ou seja acima de 2,0 % PC.

Tabela 14: Consumo de nutrientes em novilhas alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada com diferentes doses de cal e diferentes tempos de exposição ao ar.

Item	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Média	CV (%)
	Kg/dia[1]							
MS	5,83	6,29	5,82	6,62	5,12	6,01	5,95	22,63
MO	5,41	5,75	5,29	5,99	4,60	5,40	5,41	22,84
MM	0,42	0,53	0,52	0,63	0,53	0,60	0,54	20,96
PB	0,88	0,92	0,93	0,96	0,79	0,90	0,90	22,55
FDN	1,91	2,68	2,50	2,85	2,20	2,57	2,45	22,15
EE	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,13	20,42
	%PC[2]							
MS	2,02	2,21	2,11	2,35	1,89	2,20	2,13	15,01
MO	1,87	2,02	1,92	2,13	1,69	1,98	1,93	15,14
FDN	0,66 b	0,94 ab	0,91 ab	1,00 a	0,81 ab	0,94 ab	0,88	15,22

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

[1] Consumo de nutrientes em kg/dia

[2] Consumo de nutrientes em % peso corporal

T1 – cana *in natura*. T2 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T3 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T4 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T5 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T6 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 72 horas de exposição ao ar.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 15, detecta-se que não houve efeito significativo para o GMD e CA alimentar dos animais.

Um dos motivos que justifica a hidrólise da cana-de-açúcar seria o aumento no consumo de MS, logo melhor desempenho dos animais. Porém estudos que avaliaram o desempenho de animais ruminantes são contraditórios.

TEIXEIRA JÚNIOR (2008) observou aumentos de 1,1 a 1,3 kg de leite/vaca/dia, respectivamente com a cana hidrolisada com cal virgem e cal hidratada (0,5 %) com base na matéria natural da cana, assim como notou menor custo do quilograma de leite produzido em relação à silagem de milho e a cana *in natura* picada.

MORAES et al. (2008) afirmam que a cana-de-açúcar com a adição de 1% de CaO fornecida após 24 horas de armazenamento prejudica o consumo e o desempenho dos animais.

FREITAS et al. (2008) comentam que não foi observado benefício do tratamento da cana-de-açúcar com hidróxido de cálcio, na dose de 0,5% e redução houve no ganho de peso para o tratamento com 0,9% de cal.

A contradição de resultados presentes na literatura nos indica a necessidade de maiores estudos avaliando a cana-de-açúcar hidrolisada na alimentação de ruminantes.

A igualdade dos resultados de desempenho nos tratamentos mostra que a cana hidrolisada permite GMD diários semelhantes em períodos de estocagem de até 72 horas quando comparado a cana *in natura*, porém ao observarmos os valores absolutos verifica-se que os tratamentos que continham a cana hidrolisada foram numéricamente inferiores chegando a redução de 23,00% no desempenho dos animais quando comparamos os tratamentos T1 e T6. O fato do GMD ter sido semelhante, indica que a cana hidrolisada com dose menor de cal é mais interessante, independentemente da duração do período de estocagem (Tabela 15).

A partir dos resultados descritos nos capítulos 2, 3 e 4 era esperado um maior desempenho dos animais nos tratamentos que continham a cana-de-açúcar hidrolisada, e isto indica que outros fatores podem estar influenciando o desempenho dos animais alimentados com este volumoso.

Tabela 15: Ganho médio diário (GMD – kg/dia) e conversão alimentar (CA – kg MS/kg GMD) de novilhas alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada com diferentes doses de cal e diferentes tempos de exposição ao ar.

Item	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Média	CV[1] (%)
GMD	1,13	1,09	0,98	1,00	0,91	0,87	1,00	25,35
CA	5,59	5,77	5,93	6,51	5,58	6,87	6,04	16,38

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

[1] Coeficiente de variação

T1 – cana *in natura*. T2 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T3 – cana hidrolisada com 0,5% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T4 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 24 horas de exposição ao ar. T5 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 48 horas de exposição ao ar. T6 – cana hidrolisada com 1,0% CaO e 72 horas de exposição ao ar.

4. CONCLUSÕES

A hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem não aumentou o consumo e o desempenho dos animais avaliados neste trabalho.

A cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5 % de cal virgem armazenada até 48 horas é mais indicada quando comparada à cana hidrolisada com 1,0% de cal virgem, face a semelhança no ganho de peso e conversão alimentar.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos.** 167P. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 2007.

ATHANASSOF, N. Cana na alimentação dos animais domésticos. **Revista de Agricultura,** v. 15, n.10, p. 421-427, 1940.

BERGER, L.L.; FAHEY Jr., G.C.; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY Jr., G.C. **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison, 1994. p.922-966.

BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N. de.; et al. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim Indústria Animal.** v.35,n.1, p. 45-55, 1978.

FREITAS, A.W.P.; ROCHA, F.C.; ZONTA, A. et al. Consumo e desempenho de bovinos recebendo dietas a base de cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisada. In: 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, MG. 2008. **Anais...** 45º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.

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

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

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; FIGUEIREDO, P. et al. **Novas variedades de cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agronômico, 1997. (Boletim técnico, 169)

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção de uso na alimentação animal.** Campinas: Instituto Agronômico, 2002, 36p. (Boletim técnico, 193).

MARGARIDO, F.B. Planejamento agrícola em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. (Eds), **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba, 2006, p.69-78.

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; et al. 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.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ª ed. Washington, National Academy Press, 1996. 242p.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; QUEIROZ, O.C.M. Alternativas de uso e manejo de cana-de-açúcar para bovinos. In: Simpósio goiano sobre manejo e nutrição de bovinos de corte, 7., 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, p. 299-321, 2005.

REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Estratégias para o tratamento de volumosos. In: Federação da Agricultura do Estado de Sergipe; EMBRAPA Tabuleiros Costeriros. (Org.). **Simpósio Nordeste Rural**. 01 ed. Aracaju: Federação da Agricultura do Estado de sergipe, v. 01, p. 151-170. 2006.

SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C.F.M.; MOZAMBANI, A.E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. (Eds), **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba, 2006, p.19-36.

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

TEIXEIRA Jr, D.J. **Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem e cal hidratada na alimentação de vacas leiteiras.** 46p. Dissertação (Mestrado) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, 2008.

VALADARES FILHO, S. de C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** CQBAL 2.0. Viçosa: UFV, 2002. 297p.

CAPÍTULO 6 – IMPLICAÇÕES

O número de produtores que vem utilizando a cana hidrolisada é grande, estes produtores buscam nesta tecnologia o melhor consumo da cana por parte dos animais e redução no número de cortes semanais do canavial.

Há um grande número de trabalhos demonstrando que a cal tem melhorado tanto a composição bromatológica quanto a digestibilidade da cana-de-açúcar, no entanto quando envolvemos o modelo animal e passamos a avaliar o consumo e desempenho, os resultados não são tão favoráveis a cana hdirolisada.

Na grande maioria dos estudos que avaliaram o consumo e o desempenho com gado de corte, sejam animais em crescimento ou em terminação, observa-se que apesar da melhora na qualidade bromatológica da cana hidrolisada, esta melhora não tem ocasionado melhor consumo e desempenho.

Já os trabalhos que mensuraram a produção de leite, os resultados foram melhores, indicando que para vacas em lactação a cana-de-açúcar tem funcionado de maneira mais eficiente.

A ambigüidade entre os resultados dos animais de aptidão leiteira versus os animais de aptidão para a produção de carne sugere que a categoria animal a ser alimentada é fator determinante para a escolha da utilização da cana hidrolisada.

O volume de cana hidrolisada nos experimentos que fazem apenas avaliações laboratoriais é muito menor se comparado com o total de cana tratada nos experimentos que avaliam o desempenho, esta diferença dificulta a homogeneização (mistura entre a cal e a cana) e o armazenamento da cana hidrolisada o que pode ocasionar resultados diferentes.

Neste estudo, durante o primeiro experimento, em que foram coletadas as amostras para as análises laboratoriais (Capítulo 2, 3 e 4), foram feitos amontoados de 15 kg, já no segundo experimento de desempenho (Capítulo 5) os amontoados eram maiores chegando a um total de 400 kg. A diferença de volume acarretou comportamento diferente entre os dois amontoados, sendo que o primeiro (15 kg) não apresentou característica visual de crescimento de fungos, no entanto o segundo (400

kg) apresentava na camada superior coloração escura e no seu interior a presença de bolores.

Ao optar pela utilização da cana hidrolisada a decisão deve ser baseada na logística da propriedade, e principalmente no desempenho esperado da categoria animal a ser alimentada, traçando uma relação de custo benefício.

A técnica de hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem é promissora, no entanto algumas respostas não foram descobertas pelos pesquisadores, tornando-se necessários mais estudos.

Trabalhos que envolvam o impacto da cana hidrolisada no custo de produção ainda não foram publicados sendo interessante que os mesmos sejam executados. Outro ponto importante é a possível utilização da cana hidrolisada em momentos estratégicos como feriado e finais de semana.

Enfim a cana hidrolisada é uma ferramenta que pode ser utilizada pelo produtor, porém algumas respostas precisam ser fornecidas para que esta técnica passe a ser utilizada com maior precisão, e assim ser utilizada de maneira correta. Neste contexto, os produtores deverão atentar para pontos estratégicos tais como: tipo da cal, concentração de óxido de cálcio, homogeneização da cal com água (calda) e da calda com a cana picada, tamanho de partícula da cana, idade fisiológica da planta, tempo de hidrólise e período de armazenamento.