

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

HIDRÓLISE DA CANA-DE-AÇÚCAR COM CAL VIRGEM E CAL
HIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Donizeti Joaquim Teixeira Junior
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Novembro de 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

HIDRÓLISE DA CANA-DE-AÇÚCAR COM CAL VIRGEM E CAL
HIDRATADA MICROPULVERIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS LEITEIRAS

Donizeti Joaquim Teixeira Junior

Orientador: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Novembro de 2008

T266h Teixeira Junior, Donizeti Joaquim
Hidrólise de cana-de-açúcar com cal virgem e cal hidratada na
alimentação de vacas leiteiras /
Donizeti Joaquim Teixeira Junior. -- Jaboticabal, 2008
xiii, 33 f.: Il.; 28cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008

Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira

Banca examinadora: Atushi Sugohara, Maria da Graça Pinheiro

Bibliografia

1. Agentes hidrolisantes. 2. Consumo de nutrientes. 3.
Produção de leite. 4. Vacas leiteiras. I. Título. II. Jaboticabal -
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.085

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



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



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: HIDRÓLISE DA CANA-DE-AÇÚCAR COM CAL VIRGEM E CAL HIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

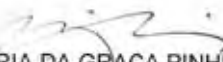
AUTOR: DONIZETI JOAQUIM TEIXEIRA JUNIOR

ORIENTADOR: Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

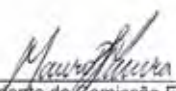
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:


Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA


Dr. ATUSHI SUGOHARA


Dra. MARIA DA GRAÇA PINHEIRO

Data da realização: 24 de novembro de 2008.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Donizeti Joaquim Teixeira Junior – filho de Donizete Joaquim Teixeira e Maria Aparecida Fonzare Teixeira, nascido em 23 de junho de 1982, na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade de São Paulo (USP) – SP, Campus de Pirassununga, em julho de 2005. Em agosto de 2006 iniciou o Mestrado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp/Jaboticabal na área de Bovinocultura Leiteira sob a orientação do Prof. Mauro Dal Secco de Oliveira. Dia 26 de novembro de 2008 submete-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

*Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei
Ou nada sei*

*Conhecer as manhas e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder seguir,
É preciso a chuva para florir*

*Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou*

*Conhecer as manhas e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder seguir,
É preciso a chuva para florir*

*Todo mundo ama um dia todo mundo chora,
Um dia a gente chega, no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
E ser feliz*

Aos meus queridos pais:

Donizete Joaquim Teixeira e Maria Ap. Fonzare Teixeira.

*Eles não somente estiveram sempre ao meu lado,
mas sempre insistiram pra que eu fosse alguém.*

Hoje tudo o que sou, tudo o que sei e penso, devo a eles.

Meus queridos pais me deram o maior tesouro que se pode dar a um filho:

o conhecimento, a possibilidade de explorar meus dons.

Por isso os amos tanto e jamais serão esquecidos.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Meu querido **Pai** que nunca me deixou desamparado e sempre me mostra o caminho certo.

Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira. Mais que um orientador, um verdadeiro mestre e amigo para todas as horas.

À **FAPESP**, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desse projeto;

Amigos de trabalho:

Régis: Gaúcho, gente do bem. Obrigado meu amigo, pela força no trabalho e na finalização da dissertação;

Rafael (Minduba): Valeu pela força durante o experimento e pela amizade por toda a vida;

Galera Tôa-tôa: **Tibola e Presto**, pela ajuda no experimento e nas horas boas. **Tigela, Gervasio, Perdido, Tatuí, Carpa e Zué**, pela hospitalidade (conturbada).

Juliana (Julis), Mariana e Mingau, irmãos de orientação;

Pessoal do Setor de Bovinocultura de Leite: **Biro, Marron, Seu Tucua, Amado Batista e Debones**;

Todos os meus amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho acontecesse;

Ao **Câmpus da Unesp de Jaboticabal** que possibilitou a realização desse trabalho com todo o apoio que foi necessário.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIACÕES.....	x
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Cana-de-açúcar como volumoso.....	2
2.2 Hidrólise de cana-de-açúcar.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Local.....	7
3.2 Dados meteorológicos do período experimental.....	7
3.3 Animais.....	8
3.4 Alimentos e alimentação.....	8
3.5 Coleta de dados.....	10
3.5.1 Controle leiteiro.....	10
3.5.2 Alimentos.....	10
3.5.3 Análises químicas dos alimentos.....	10
3.5.4 Análise parcial de custos.....	11
3.5.5 Análise estatística.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 Consumo de volumoso (matéria natural).....	13
4.2 Consumo de alimentos (com base na matéria seca).....	14
4.3 Produção e composição do leite.....	16
4.4 Análise parcial de custos.....	22
5. CONCLUSÕES.....	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
7. REFERÊNCIAS	26

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Médias para temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura média (Tmed), umidade relativa do ar (UR) e precipitação.....07

Tabela 2 – Composição química das cales utilizadas no experimento.09

Tabela 3–Composição dos volumosos e do concentrado utilizados no experimento.....11

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV), valores de F e diferença mínima significativa (DMS) para peso vivo (PV), consumos de matéria seca (CMS), matéria seca de forragem (CMSf), matéria seca de concentrado (CMSc), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) em valores absolutos e relativos ao peso corporal (PC) de acordo com os tratamentos.....14

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV), valores de F e diferença mínima significativa (DMS) para produção de leite (PL), produção de leite ajustado para 4% de gordura (PL4%G), percentagem de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos (SNG) de acordo com os tratamentos17

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV), valores de F e diferença mínima significativa (DMS) para consumo de concentrado (CC), de volumoso (CV), produção de leite (PL), preço de venda do leite, custo com concentrado (CCon), volumoso (CVol), receita, margem bruta (MB), eficiência financeira e custo/benefício de acordo com os tratamentos.....23

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Médias de consumo dos volumosos expressos em matéria natural, conforme os diferentes tratamentos.....	13
Figura 2. Produção de leite, em porcentagem e em kg, a mais das vacas que receberam cana hidrolisada com a cal hidratada em relação à cana <i>in natura</i>	18
Figura 3. Produção de leite, em porcentagem e em kg, a mais das vacas que receberam cana hidrolisada com a cal virgem em relação à cana <i>in natura</i>	19
Figura 4. Produção de leite, em porcentagem e em kg, a mais das vacas que receberam silagem de milho em relação à cana <i>in natura</i> e cana hidrolisada com cal hidratada.....	19
Figura 5. Valores médios de gordura (GORD.), proteína (PROT.), lactose (LAC.), sólidos totais (ST.) e de extrato seco desengordurado (ESD) do leite em função dos diferentes tratamentos.....	21

LISTA DE ABREVIATÖES

CIN – Tratamento cana-de-açúcar *in natura* + concentrado;
CHCH – Tratamento cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada + concentrado;
CHCV – Tratamento cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem + concentrado
SIL – Tratamento silagem de milho + concentrado;
MS – Matéria Seca;
PB – Proteína bruta;
EE – Extrato etéreo;
MM – Matéria mineral;
CT – Carboidratos totais;
CNF – carboidratos não fibrosos;
NDT – Nutrientes Digestíveis Totais;
FDN – Fibra em Detergente Neutro;
FDA – Fibra em Detergente Ácido;
LIG – Lignina;
HEM – Hemicelulose;
GMM – Grão de milho moído;
CMS – Consumo de matéria Seca;
CMSf – Consumo de matéria seca de forragem;
CMSc – Consumo de matéria seca de concentrado;
CPB – Consumo de proteína bruta;
CEE – Consumo de extrato etéreo;
CFDN – Consumo de fibra em detergente neutro;
CFDA – consumo de fibra em detergente ácido;
PC – Peso corporal;
PL – Produção de leite;
PL4%G – produção de leite ajustada para 4 % de gordura;
SNG – sólidos não gordurosos;
GORD – Gordura do leite;
PROT – Proteína do leite;
LAC – Lactose;
ST – sólidos totais;
DMS – Diferença média significativa;
CV – Coeficientes de variação;
CCon – Custo com concentrado;
CVol – Custo com volumoso;
MB – margem bruta;
CA – Custo com alimentação.

HIDRÓLISE DE CANA-DE-AÇÚCAR COM CAL VIRGEM E CAL HIDRATADA MICROPULVERIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

RESUMO: Objetivou-se avaliar a cana-de-açúcar hidrolisada com dois tipos de cales como único volumoso na dieta de vacas em lactação sobre o consumo de nutrientes, produção e composição do leite. Os tratamentos testados foram cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem (CHCV), cana hidrolisada com cal hidratada (CHCH), cana *in natura* (CIN) e silagem de milho (SIL). Utilizaram-se oito vacas da raça holandesa, delineadas em quadrado latino 4x4, repetido, com quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos de 20 dias, sendo 15 de adaptação e cinco de coleta de dados. O consumo de matéria seca (CMS) e o consumo de matéria seca de forragem (CMSf) foram superiores para SIL em relação à CHCV, CHCH e CIN. O consumo de nutrientes em kg/dia e porcentagem do peso corporal (%PC), com exceção do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e extrato etéreo (CEE), foi superior para SM em relação aos demais volumosos ($P<0,05$). O CFDN, em kg/dia, foi maior para SM em relação à CHCV e CIN, e semelhante entre SM e CHCH ($P<0,05$). O CEE nas formas como foi expresso não foi alterado pelos tratamentos ($P>0,05$). A produção de leite foi estatisticamente semelhante entre SM e CHCH, e estas superiores a CHCV e CIN ($P<0,05$). A produção de leite ajustada para 4% de gordura foi semelhante entre SIL, CHCH e CHCV ($P<0,05$), sendo a menor produção observada para animais alimentados com cana *in natura* ($P<0,5$). Porém, vacas alimentadas com CIN, CHCH e CHCV conseguiram produção de leite com custo semelhante entre si e menores que vacas alimentadas com SIL. A relação custo/benefício foi melhor para as canas do que para a SIL.

Palavras-chave: agentes hidrolisantes, consumo de nutrientes, produção de leite, vacas leiteiras

HYDROLYSIS OF SUGAR CANE WITH VIRGIN LIME AND HYDRATADE LIME AS FEEDING OF MILK COWS

SUMMARY: This study aimed to evaluate the sugar cane hydrolyzed with two types of lime as roughage in the diet of dairy cows on the consumption of nutrients, production and milk's composition. The treatments were sugar cane hydrolyzed with lime virgin (CHCV), sugar cane hydrolyzed with hydrated lime (CHCH), cane in nature (CIN) and corn silage (SIL). Eight cows were used outlined in Latin square 4x4, repeated, with four animals, four treatments and four periods of 20 days, 15 of adaptation and five for data collection. It was estimated the intake of nutrients and milk's production and composition. The consumption of dry matter (CMS) and consumption of dry matter of forage (CMSf) were higher to animals fed with SM in relation to the CHCV, CHCH and CIN. About consumption of nutrients in kg/day and percentage of body weight (% PC), with the exception of consumption of neutral detergent fiber (CFDN), it was observed superiority ($P < 0.05$) for animals fed with SIL than the animals fed with other bulky. For the CFDN treatment with CHCH was similar to the SIL. The milk's production presented similarity between SIL and CHCH, which were larger ($P < 0.05$) than CHCV and CIN. When the production of milk was set to 4% of fat there was similarity in production for animals that were fed with SIL, CHCV and CHCH, and the lower ($P < 0.5$) observed production for animals fed with CIN. However, cows fed with CIN, CHCH and CHCV managed to produce milk at a cost similar to each other and smaller than cows fed with SIL. The cost/benefit was better for the cane than for SIL.

keywords: Hydrolysis agent, consumption of nutrients, milk production, dairy cows.

1. INTRODUÇÃO

Entre as culturas tropicais empregadas como forrageiras a cana-de-açúcar é a que mais produz energia por área cultivada (LIMA e MATTOS, 1993). Além disso, a época de colheita coincide com a entressafra da produção das pastagens tropicais (OLIVEIRA et al., 2002), favorecendo sua utilização como volumoso na alimentação de vacas leiteiras na época seca do ano.

Justifica ainda o uso da cana como volumoso o fato desta ser uma cultura de fácil cultivo, além de proporcionar produção elevada de matéria seca por hectare a baixo custo. Isso tem sido determinante na escolha da cana como volumoso para vacas leiteiras, visto que tem se buscado diminuir o alto custo da produção de fenos e silagens para o período de escassez de alimento. De outra forma, a cana-de-açúcar é considerada um alimento desbalanceado (SOBREIRA, 2006), possuindo em sua composição alto teor de lignina, elemento da parede celular que influencia negativamente a digestibilidade da fibra. Com isso, a baixa digestibilidade aparente da porção fibrosa pode acarretar baixo consumo de matéria seca (CMS) e logo uma baixa ingestão de nutrientes (OLIVEIRA, 1999).

Com o intuito de aumentar a digestibilidade da fração fibrosa de volumosos, os agentes alcalinizantes têm sido estudados desde a década de 20. Porém foi nos anos 70 que foram dadas as primeiras demonstrações de que estas substâncias pudessem modificar o processo fermentativo de silagens. A partir daí foram sendo pesquisados novos agentes alcalinizantes em diferentes alimentos, e atualmente encontram-se disponíveis no mercado agentes alcalinizantes de baixo custo, funcionais e seguros, tais como a cal. Segundo alguns autores (OLIVEIRA et al. 2002 e SILVA et al. 2006) a técnica da hidrólise com cal tem demonstrado resultados satisfatórios sobre o valor nutritivo de alimentos e consumo de nutrientes. No entanto, ainda são escassas pesquisas que avaliaram o potencial das cales presentes no mercado quanto ao desempenho de vacas em lactação.

O objetivo deste estudo foi avaliar a cana-de-açúcar hidrolisada com dois tipos de cales na dieta de vacas em lactação sobre o consumo de nutrientes, produção e composição do leite, e análise parcial de custos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar como volumoso

A cana-de-açúcar tem sido o volumoso mais utilizado na alimentação de bovinos, principalmente pela alta capacidade de produção de matéria seca por hectare e alto teor de sacarose, carboidrato de alta digestibilidade. Seu valor nutritivo adequado coincide com a época de escassez de forragens (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA et al., 2002). Outras características importantes que favorecem a utilização da cana como volumoso são as facilidades de estabelecimento e manejo da cultura, podendo ser dispensada práticas de conservação como a ensilagem e fenação (BORGES e VIEIRA, 2003).

Entre as gramíneas tropicais, a cana-de-açúcar detém o maior potencial de produção de MS e energia, conseguindo em um único corte produções entre 15 e 20 toneladas (t) de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, em comparação ao milho, sorgo e mandioca que produzem cerca de 8t de NDT/ha (LIMA e MATTOS, 1993). O valor nutricional da cana está diretamente ligado ao seu teor de açúcar que pode chegar a 40%, NDT da ordem de 55 a 60%, porém a proteína não ultrapassa 4%, além de ser de baixa digestibilidade (OLIVEIRA, 2001).

Sabe-se que a cana-de-açúcar, independente da variedade, apresenta alguns aspectos negativos do ponto de vista da composição bromatológica e da utilização diária. Dentre esses aspectos destacam-se o baixo teor protéico, baixa ingestão devido ao teor elevado de fibra em detergente neutro (FDN) e necessidade de mão-de-obra estratégica para corte diário e picagem (OLIVEIRA, 2001; THIAGO e VIEIRA, 2002). Segundo SOBREIRA (2006), a cana-de-açúcar *in natura* é um alimento desbalanceado: apresentando altos teores de energia bruta, baixos teores de proteína bruta e minerais como o fósforo, enxofre, zinco e manganês.

Com o intuito contornar os problemas acima mencionados quanto a utilização da cana-de-açúcar, alguns procedimentos foram utilizados ao longo do tempo, tais como a correção do teor protéico por meio da adição de uréia pecuária mais fonte de enxofre (sulfato de amônio), introdução de variedade com menor teor de FDN,

como a IAC 862480. Em relação ao corte diário, alguns pesquisadores (FARIA et al. 2000) demonstraram ser possível o corte e manutenção da planta inteira por até três dias, sem que a qualidade da cana fosse prejudicada. Além desses procedimentos, nas últimas décadas tem se intensificado os estudos referentes a métodos de tratamentos (hidrólise) de forragens que promovem o rompimento da estrutura da fração fibrosa para torná-las mais digestíveis e, conseqüentemente, propiciando melhora no aproveitamento do alimento, inclusive aumentando o consumo de nutrientes pelos animais.

2.2 Hidrólise da cana-de-açúcar

A utilização de aditivos para melhora da qualidade de alimentos volumosos destinados a alimentação de ruminantes é bastante antiga. OLOLADE et. al. (1973) mostrou aumento significativo na digestibilidade de FDN de diversos tipos de palhadas. Na década de 80 deu-se início à utilização de amônia anidra e hidróxido de amônio (PAIVA et. al. 1995).

O uso de substâncias alcalinizantes, como o hidróxido de sódio e amônia anidra foram utilizadas com o intuito de melhorar a digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro e o consumo de alimentos fibrosos como palhadas (OLOLADE et al., 1973; ANDERSON e RALSTON, 1973 e CHAUDHRY, 1998), bagaço da cana-de-açúcar, dentre outros, sempre visando melhoria no valor nutricional destes volumosos (MANZANO et al., 2000; ANDRADE et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002; EZEQUIEL et al., 2005; LIMA et al., 2006).

Posteriormente os estudos foram direcionados para o uso de outras substâncias químicas além das utilizadas anteriormente e também de microrganismos visando alteração do processo fermentativo durante a ensilagem da cana-de-açúcar (PEDROSO, 2003; SILVA et al., 2005).

SUNDSTOL e OWEN (1984) e VAN SOEST (1994) destacaram o efeito de produtos alcalinos sobre a fração fibrosa dos alimentos de baixo valor nutritivo, entretanto ressaltaram que a fração da lignina (LIG) somente poderá ser solubilizada em concentrações elevadas da NaOH. Por outro lado, segundo JACKSON (1997), a celulose, ao ser tratada com álcalis, sofre uma expansão

juntamente com redução das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio que ligam essas moléculas. COOMBRE, (1979), relata que os produtos alcalinos provocam diminuição na FDN devido à solubilização de parte da hemicelulose (HEM). Segundo esse autor ainda, a celulose se torna mais degradável no ambiente ruminal devido a deslignificação.

Mais recentemente, a utilização de cal virgem e cal hidratada micropulverizadas, vêm sendo utilizadas como agentes hidrolisantes em diferentes tipos de volumosos. A utilização destes produtos segue a mesma tendência da pesquisa com tratamento de volumosos, onde o intuito é possibilitar melhora na qualidade da forragem, assim como, possibilitar armazenamento mais eficiente, inclusive com minimização do uso de mão-de-obra (COSTA e FRANCO, 1998; FARIA et al., 2000; ANDRADE et al., 2001) .

Ressalta-se que a ação hidrolisante dos diferentes agentes alcalinos no sentido de reduzir os teores de FDN, HEM e de Fibra em Detergente neutro (FDA) da cana-de-açúcar, está relacionada com a melhoria no consumo e na digestibilidade, com possibilidade de melhoria no desempenho animal (OLIVEIRA et al., 2002 e SILVA et al., 2006). Conforme GOODING (1982) a relação FDN/açúcares deve ser baixa, ou seja, baixo conteúdo de FDN e alto conteúdo de açúcares e, no caso de variedades que apresentarem teores elevados de FDN limitarão em determinado grau a ingestão de cana-de-açúcar e conseqüentemente, o consumo de energia. Da mesma forma, no caso da redução de carboidratos não fibrosos, a ação alcalinizante estaria promovendo melhoria no valor nutritivo da cana-de-açúcar, uma vez que a LIG está quimicamente ligada aos mesmos (VAN SOEST, 1994). COSTA e FRANCO (1998) relataram que a hidrólise da cana-de-açúcar com agente alcalinizante (hidróxido de sódio), além de aumentar a digestibilidade, também aumenta a ingestão de matéria seca pelos animais. Estes autores ressaltaram ainda que, o fato da cana hidrolisada ser melhor aproveitada, ocorre uma economia na quantidade de concentrado. Numa dieta à base de silagem de milho, pode ocorrer uma economia de 10 a 20% por meio do uso da cana hidrolisada.

As cales micro-pulverizadas virgem e hidratada utilizadas para a hidrólise são originadas de rochas calcárias. O processo de industrialização inicia-se com a detonação das rochas. As rochas são então britadas em grandes moinhos, peneiradas e calcinadas em fornos com temperaturas variando entre 800 e 1100 °C, transformando-se em cal virgem. A cal hidratada é obtida através da hidratação da cal virgem, nas usinas de hidratação, onde recebe água por processos controlados (GUIMARÃES, 2003).

SILVA et al. (2006) hidrolisaram a cana-de-açúcar com cal hidratada (1 kg/100kg de cana-de-açúcar picada) e após 24 horas observaram que a cal melhorou a estabilidade, a composição química (redução nos teores de FDN, FDA e de HEM) e digestibilidade (aumentou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca), porém houve queda no teor da proteína bruta. No trabalho não foi especificado a forma de aplicação da cal (pó ou solução), no entanto, segundo os autores, possivelmente a cal hidratada promoveu alteração na estrutura da proteína que está presente no conteúdo da bainha parenquimática dos feixes vasculares das plantas com ciclo "C4", que contém alto teor de carboidratos estruturais, que podem estar associados à LIG. Com relação à redução de 5,71; 3,47 e 2,24%, respectivamente nos teores de FDN, FDA e HEM, atribuiu-se à solubilização parcial dos constituintes da parede celular, pois o efeito alcalino sobre volumosos muito fibrosos, como no caso da cana-de-açúcar, normalmente se dá pela solubilização parcial da hemicelulose e a expansão da celulose, o que facilitou o ataque de microrganismos do rúmen à parede celular resultando em aumento na digestibilidade *in vitro*.

DOMINGUES et al. (2006) avaliaram o efeito da hidrólise da cana-de-açúcar com a cal virgem (94,1% de CaO) e concluíram que houve controle eficaz de leveduras, assim como, ocorreu aumento na estabilidade aeróbia. Este aspecto é interessante, pois as leveduras estão associadas à deterioração aeróbia de alimentos ricos em carboidratos, como é o caso da cana-de-açúcar. OLIVEIRA et al., (2006) avaliando o efeito das doses de cal hidratada micropulverizada (0 e 0,5%) e a sua forma de aplicação (solução ou pó), mostrou que a hidrólise da cana-de-açúcar com o nível de 0,5 % de cal mostrou-se mais interessante do

ponto de vista da digestibilidade dos nutrientes estudados, independente da forma de aplicação.

DOMINGUES et al., (2006) mostrou que a cal virgem micropulverizada é eficaz no aumento na estabilidade aeróbia da cana *in natura* tratada, observando um efeito significativo nas doses de cal 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 % ($P < 0,05$), sendo que, o tratamento sem cal (0%) o que apresentou a quebra da estabilidade no menor intervalo de tempo. Sendo assim, o tratamento da cana-de-açúcar com a cal virgem (CaO) ou hidratada (Ca(OH)_2) micropulverizadas, atuando como agentes alcalinizantes torna-se uma alternativa interessante para o pequeno, médio ou grande produtor, já que é um processo de simples execução, barato e seguro.

A concentração de óxido de cálcio ou de hidróxido de cálcio ou mesmo de óxido de magnésio são fundamentais para a hidrólise e aproveitamento da cana-de-açúcar pelos animais ruminantes ou monogástricos. Como na maioria dos trabalhos não foram apresentadas as composições químicas tanto das cales hidratadas quanto das virgens, assim como a forma de aplicação, este aspecto dificulta a comparação ou mesmo a elucidação dos resultados favoráveis ou desfavoráveis.

No caso de cales provenientes de rochas dolomíticas, ou seja, com menor quantidade de óxido de cálcio (por ex. 38 a 53%), a relação cálcio:fósforo é totalmente inadequada, uma vez que a quantidade de cal utilizada tem que ser muito elevada afim de se conseguir a hidrólise da cana-de-açúcar. Portanto, são cales não recomendadas para uso na alimentação de bovinos (MACEDO, 2007).

O tratamento com hidróxido de cálcio (cal hidratada - Ca(OH)_2) e o óxido de cálcio (cal virgem - CaO) micropulverizadas têm se mostrado satisfatório para a hidrólise, pois proporcionam o uso rotineiro da cana na alimentação de bovinos de forma econômica e segura. Porém deve-se ressaltar que a qualidade do produto final depende de diversos fatores, dentre os quais os principais são o tempo de hidrólise, nível ou quantidade de cal aplicada, tipo da cal aplicada, forma de aplicação (solução ou pó), variedade e idade da cana-de-açúcar a ser hidrolisada e homogeneização da cal mais cana.

Devido à escassez de informações na literatura sobre como e quanto estes fatores influenciam no processo de hidrólise torna-se oportuna a realização de experimentos científicos para avaliar o efeito da hidrólise com os principais tipos de cal existentes no mercado (óxido e o hidróxido de cálcio) sobre o desempenho de vacas leiteiras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura de leite da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP – Campus de Jaboticabal à 21°14'05" de latitude Sul e 48°17'09" de longitude Oeste, com altitude de 613,98 m, no período de 05 de julho a 22 de setembro de 2007.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é o tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco. O solo é classificado, em nível de grande grupo, como sendo um latossolo vermelho, de textura argilosa e média fertilidade.

3.2 Dados meteorológicos do período experimental

Na Tabela 1 são apresentados os dados meteorológicos médios do período experimental registrados pelo Posto Meteorológico da FCAV-UNESP – Campus de Jaboticabal-SP, situado a cerca de 2000 m do local do experimento.

Tabela 1 – Médias para temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura média (Tmed), umidade relativa do ar (UR) e precipitação.

Meses	Tmin, °C	Tmax, °C	Tmed, °C	UR, %	Precipitação, mm
Julho	12,8	24,6	18,5	68,8	87,7
Agosto	14,1	29,6	21,0	58,1	0,0
Setembro	17,3	32,7	24,3	50,8	0,4
Média	14,42	28,65	20,82	61,7	22,6

Dados obtidos no Posto Meteorológico da FCAV-UNESP – Campus de Jaboticabal-SP 2007.

3.3 Animais

Foram utilizadas oito vacas da raça Holandesa, malhadas de preto, de segunda e terceira ordem de parto, pós-pico de lactação (entre 100 e 180 dias), pesando em média 639 kg. O peso dos animais foi estimado com fita de pesagem feito com média de três repetições, no décimo dia de cada período experimental, por volta das 10 horas da manhã. Os animais foram mantidos em curral de alimentação parcialmente coberto, com cama de bagaço de cana-de-açúcar, com comedouro contínuo e bebedouro para cada dois animais. As vacas foram contidas por correntes, a fim de assegurar a alimentação individual, sendo soltas somente nos horários das ordenhas, às 5 e 14 horas.

Outro aspecto a ser considerado foi a mudança entre os tratamentos. De acordo com o delineamento em quadrado latino, a mudança foi feita criteriosamente, sendo que nos primeiros dias da adaptação, o volumoso era fornecido na proporção de 1/3 depois 2/3 e finalmente a quantidade total estimada. Este critério foi adotado afim de não causar nenhum problema com as vacas durante o experimento, uma vez que a silagem de milho é um alimento ácido (fermentação ácida) e a cana-de-açúcar hidrolisada com a cal virgem ou hidratada é alcalina. Neste sentido, evitou-se alterações bruscas no pH do conteúdo ruminal das vacas.

3.4 Alimentos e alimentação

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo a primeira às 8 h e a segunda às 16 h. As quantidades de concentrado foram fixadas no início do experimento, para cada animal, de acordo com a produção e o peso vivo no início do experimento, segundo as exigências do NRC, (1989). A composição foi de 60% de grão de milho moído, 34,5% de farelo de soja, 0,5% de uréia e 5% de mistura mineral. De outra forma, o volumoso foi fornecido à vontade, permitindo 10% de sobras. As forragens utilizadas como volumosos foram a cana hidrolisada, cana *in natura* e silagem de milho. Os tratamentos foram formados pelas forragens fornecidas individualmente como fonte de volumoso, como descrito abaixo:

-Tratamento SIL = silagem de milho + concentrado;

-Tratamento CIN = cana-de-açúcar in natura + concentrado;

-Tratamento CHCH = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada + concentrado;

-Tratamento CHCV = cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem + concentrado.

A cana-de-açúcar utilizada foi obtida no município de Jaboticabal – SP, sendo a colheita da forragem realizada diariamente e picada em partículas de ± 8 mm. A variedade utilizada foi a RB 855536, de quarto corte de 10 a 12 meses de idade. Nos tratamentos com cana hidrolisada, após a colheita, a cana foi picada e tratada com as cales virgem e hidratada. A hidrólise foi feita dissolvendo-se 0,5 kg de cal em 2 litros de água para cada 100 Kg de cana picada. O processo de mistura foi feito em piso de cimento de galpão coberto espalhando-se a cana, depois se adicionou a cal e foi feita homogeneização da solução de cal. Para os tratamentos com cana hidrolisada foi aguardado pelo menos 8 horas para ser oferecido aos animais. No caso da cana *in natura* e silagem de milho o oferecimento foi no tempo zero, ou seja, a cana foi picada na hora da alimentação e a silagem foi retirada do silo somente na hora da alimentação.

As cales utilizadas foram as micropulverizadas encontradas no comércio. Suas composições químicas são apresentadas na Tabela 2, de acordo com os níveis de garantia do rótulo.

Tabela 2 – Composição química das cales utilizadas no experimento.

Componentes	Cal Virgem	Cal hidratada
MgO (%)	0,4	0,5
Al ₂ O ₃ (%)	0,3	
SiO ₂ (%)	1,4	
CaO total (%)	94,1	72,0
Fe ₂ O ₃ (%)	0,2	
CaO disponível (%)	87,3	
CO ₂ (%)	1,5	
Ca(OH) ₂ (%)		92,0

3.5 Coleta de dados

3.5.1 Controle leiteiro

O controle leiteiro foi realizado diariamente, por meio de ordenha mecanizada, canalizada, com medidores graduados em quilos (kg), sendo consideradas para avaliação apenas as dos 5 últimos dias de cada fase do experimento. A qualidade do leite foi avaliada através de amostras retiradas nos dias 17 e 19 de cada período experimental, onde foram retiradas amostras de leite proporcionais às produções obtidas nas ordenhas da manhã e da tarde, sendo armazenadas em tubos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3diol) e enviadas para a Clínica do Leite da ESALQ/USP em Piracicaba-SP para a análise de composição e qualidade. Foram Analisados lactose, proteína, gordura, sólidos totais e extrato seco desengordurado.

3.5.2 Alimentos

Durante os 5 dias de coleta, em cada fase experimental, foram coletadas amostras de alimentos e sobras, sendo que as amostras dos alimentos foram retiradas nos tempos zero para os tratamentos com cana *in natura* e silagem de milho e oito horas após a hidrólise para os tratamentos com cana hidrolisada. Após coletadas as amostras foram colocadas em sacos plásticos identificados e congeladas para posteriores análises bromatológicas.

3.5.3 Análises químicas dos alimentos

Após o término do experimento, as amostras foram descongeladas e realizou-se amostragem composta por animal por período, as quais foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Depois foram moídas em moinho tipo Willey em peneiras com crivos de 2 mm, armazenadas em potes plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da FCAV UNESP para realização das análises bromatológicas. Nestas amostras foram

determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), e matéria mineral (MM) segundo a A.O.A.C. (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram realizados segundo VAN SOEST et al. (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos através das fórmulas: $CT = 100 - PB - EE - MM$ e $CNF = 100 - FDN - PB - EE - MM$, respectivamente.

Na Tabela 3 pode ser observada a composição bromatológica dos alimentos utilizados no experimento.

Tabela 3—Composição dos volumosos e do concentrado utilizados no experimento

Ingredientes ¹	MS, %	Frações dos alimentos, em % MS ²								
		MO	PB	EE	MM	FDN	FDA	LIG	CNF	CT
SIL	31,70	95,55	6,21	3,50	4,45	54,04	30,75	5,65	31,80	85,84
CIN	27,68	94,62	2,98	2,01	5,38	49,37	29,27	6,18	40,26	89,63
CHCH	27,33	94,73	2,98	2,01	5,27	51,90	27,30	7,48	37,84	89,74
CHCV	27,69	95,76	2,99	2,46	4,24	52,01	30,11	6,03	38,30	90,31
GMM	88,03	97,89	12,40	5,35	2,12	27,00	4,09	1,27	53,13	80,13
F.soja	87,41	93,01	58,20	3,14	6,99	17,80	11,90	1,80	13,87	31,67
Conc.	88,30	91,02	26,86	3,05	8,98	22,8	6,81	1,46	38,31	61,11

¹SIL= silagem de milho, CIN= cana in natura, CHCH= cana hidrolisada com cal hidratada, CHCV= cana hidrolisada com cal virgem, GMM= grão de milho moído, F.soja= farelo de soja, Conc= concentrado

²MS= matéria seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, LIG= lignina, CNF= carboidratos não fibrosos ($CNF = 100 - FDN - PB - EE - MM$), CT= carboidratos totais ($CT = 100 - PB - EE - MM$).

3.5.4 Análise parcial de custos

Foi realizada análise parcial de custos, onde foram avaliados os custos com concentrado e volumoso, custo com alimentação (concentrado + volumoso), receita, margem bruta, eficiência financeira e custo/benefício. A receita foi calculada como sendo o produto da produção bruta diária de leite e o preço de venda do leite tipo B. A margem bruta foi obtida pela diferença entre a receita e o custo com alimentação. Já a eficiência financeira foi obtida pelo quociente entre receita e custo com alimentação. A relação custo/benefício foi obtida pelo quociente entre o custo diário com alimentação e produção diária de leite/vaca.

Os preços utilizados foram os médios praticados no estado de São Paulo referente ao período de julho a setembro de 2007, sendo 1US\$ - R\$ 1,88 (Banco Central – julho/07). O preço médio do leite Tipo B para Região de Ribeirão Preto, neste período, foi de R\$ 0,60 (CEPEA/ESALQ/USP). Por outro lado, o preço médio do milho, farelo de soja, uréia pecuária e núcleo mineral foram de R\$ 0,45; 0,53; 0,73; 0,74/kg, respectivamente (CEPEA/ESALQ/USP).

Quanto aos custos dos volumosos, utilizou-se o preço médio para a tonelada de silagem de milho de R\$ 80,00 (CAROL, 2007), cana-de-açúcar de R\$ 30,00 (COPLANA, 2007); cana hidrolisada com cal hidratada de R\$ 33,20; cana hidrolisada com cal virgem de R\$ 32,20; sendo que o preço da cal hidratada foi de R\$ 0,64/kg e o preço da cal virgem foi de R\$ 0,44/kg (COPLANA, 2007).

3.5.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey a 5% de significância, utilizando-se o SAS v. 8.02 (2001). O modelo matemático utilizado foi representado por:

$$Y_{ijkl} = \mu + q_i + v_j(q_i) + p_k(q_i) + t_l + (t_l q_i) + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = parcela que recebeu o tratamento l, no período k, na vaca j, no quadrado i;

μ = média geral;

q_i = efeito do quadrado i (i = 1, 2);

$v_j(q_i)$ = efeito da vaca j, dentro do quadrado i (j = 1,2,...8);

$p_k(q_i)$ = efeito do período k, dentro do quadrado i (k = 1,2,3, 4);

t_l = efeito do tratamento l (l = 1, 2, 3, 4);

$(t_l q_i)$ = interação entre tratamento l e quadrado i;

e_{ijkl} = erro aleatório da parcela que recebeu o tratamento l, no período k, na vaca j, no quadrado q.

4. RESULTADO e DISCUSSÃO

4.1 Consumo dos volumosos (matéria natural)

Na Figura 1, encontram-se os resultados de consumo dos volumosos (cana *in natura*, cana hidrolisada com as cales virgem e hidratada e silagem de milho, expressos em matéria natural), das vacas submetidas aos diferentes tratamentos.

Pode-se notar que as vacas consumiram mais silagem de milho do que a cana *in natura* ou hidrolisada. Apesar do maior consumo de cana hidrolisada com cal hidratada, as vacas dos tratamentos com a cana *in natura* e cana hidrolisada com cal virgem também tiveram consumo elevados (acima de 31 kg/vaca/dia). Ressalta-se que as vacas apresentaram peso corporal elevado (média de 639 kg). O peso corporal médio (kg) das vacas dos tratamentos SIL; CIN; CHCH e CHCV foram de 634,62; 641,25; 644,38 e 636,12 respectivamente.

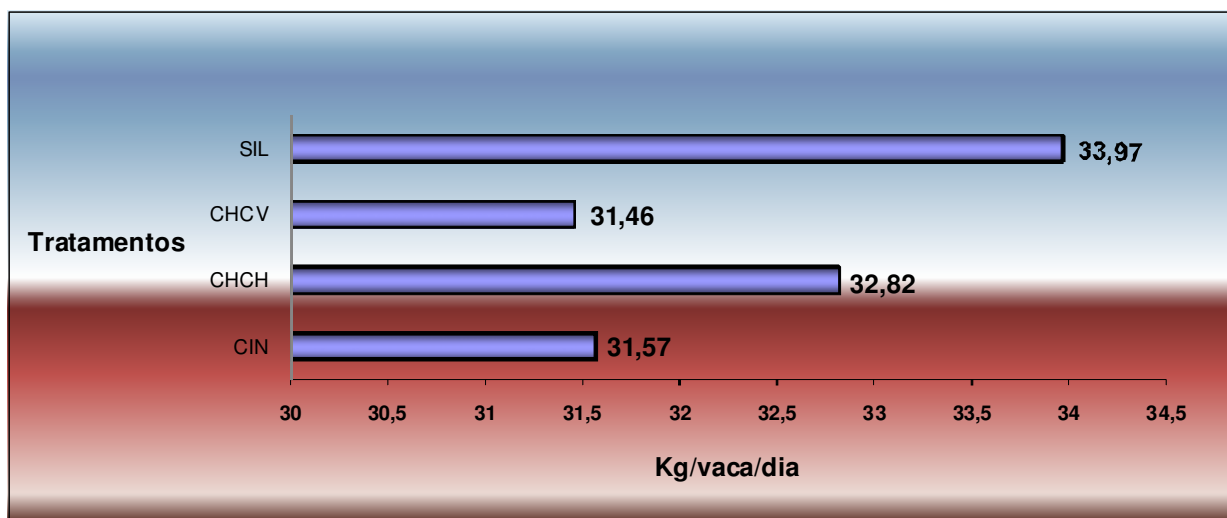


Figura 1. Médias de consumo dos volumosos expressos em matéria natural, conforme os diferentes tratamentos.

Vacas alimentadas com CHCH consumiram 1,25 kg/dia (matéria natural) a mais em relação ao consumo obtido com a CIN, portanto um aumento de 3,96%. Por outro lado, as vacas consumiram 2,4 kg/dia de silagem de milho a mais em relação à CIN, o que correspondeu a um aumento de 7,6%.

4.2 Consumo dos alimentos (com base na matéria seca)

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios referentes ao consumo de matéria seca (CMS) e consumo de nutrientes de acordo com os tratamentos.

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV), valores de F e diferença mínima significativa (DMS) para peso vivo (PV), consumos de matéria seca (CMS), matéria seca de forragem (CMSf), matéria seca de concentrado (CMSc), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) em valores absolutos e relativos ao peso corporal (PC) de acordo com os tratamentos

Variáveis	Tratamentos ¹				CV	F	DMS
	SM	CIN	CHCH	CHCV			
CMS, kg/dia	19,13 ^a	16,88 ^b	17,30 ^b	17,03 ^b	6,08	7,68 ^{**}	1,56
CMSf, kg/dia	11,45 ^a	9,20 ^b	9,62 ^b	9,35 ^b	10,87	7,56 ^{**}	1,60
CMSc, kg/dia	7,68	7,68	7,68	7,68	--	--	--
CPB, kg/dia	2,78 ^a	2,34 ^b	2,35 ^b	2,34 ^b	3,18	61,67 [*]	0,12
CEE, kg/dia	0,40	0,38	0,44	0,41	10,89	2,16 ^{NS}	0,06
CFDN, kg/dia	6,22 ^a	4,38 ^b	5,05 ^{ab}	4,76 ^b	15,76	7,80 ^{**}	1,19
CFDA, kg/dia	4,60 ^a	3,80 ^b	3,74 ^b	3,96 ^b	9,86	7,80 ^{**}	0,60
CMS, %PC	3,08 ^a	2,67 ^b	2,73 ^b	2,73 ^b	7,81	5,76 ^{**}	0,03
CMSf, %PC	1,85 ^a	1,46 ^b	1,52 ^b	1,51 ^b	12,27	6,71 ^{**}	0,04
CMSc, %PC	1,23	1,21	1,21	1,22	2,34	0,98 ^{NS}	0,32
CPB, %PC	0,44 ^a	0,37 ^b	0,37 ^b	0,37 ^b	5,08	27,98 [*]	0,19
CEE, %PC	0,06	0,06	0,07	0,06	10,88	2,16 ^{NS}	2,22
CFDN, %PC	1,00 ^a	0,70 ^b	0,80 ^b	0,77 ^b	16,00	7,94 ^{**}	0,10
CFDA, %PC	0,74 ^a	0,61 ^b	0,59 ^b	0,64 ^b	10,31	8,20 ^{**}	0,01

^{**} e ^{*} = Significativos (p<0,01) e (p<0,05), respectivamente; ns = Não significativo (p<0,05).

¹SIL = silagem de milho; CIN = cana-de-açúcar in natura; CHV = cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem; CHH = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada.

Observou-se que o CMS, CMSf, CPB e CFDA em kg/dia e porcentagem do peso corporal foram maiores para os animais do tratamento SIL em relação aos demais tratamentos (P<0,05). Já o CFDN, em kg/dia, foi superior (P<0,05) para o tratamento SIL em relação ao CHCV e CIN, e semelhante à CHCH. A CHCH, por

sua vez, apresentou CFDN semelhante à CHCV e CIN. Para os valores de CFDN em % PC, observou-se maiores valores ($P < 0,05$) para o tratamento SIL em relação aos demais tratamentos. O CFDN no presente estudo é resultado da combinação entre o CMS e a percentagem de FDN de cada volumoso.

Em termos percentuais, o CMS observado para a dieta com SM foi 13,33, 10,58 e 12,33% superior que dietas contendo CIN, CHCH e CHCV, respectivamente. PAIVA et al. (1991) e MENDONÇA et al. (2004) observaram CMS 15% superiores para vacas lactantes alimentadas com dietas contendo 60% de silagem de milho em relação a vacas alimentadas com a mesma proporção de cana-de-açúcar na dieta. CORRÊA et al. (2003) também encontraram menores valores de consumo para cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, porém com magnitude de 6,52%. Alguns pesquisadores (COSTA et al., 2005) verificaram que o CMS de vacas lactantes alimentadas com cana aumentou a medida que foi aumentado a proporção de concentrado na dieta, demonstrando que o CMS é limitado em dietas com cana devido ao enchimento ruminal. Por outro lado, QUEIROZ (2008) avaliando diferentes volumosos na alimentação de vacas holandesas de alta produção verificou que o CMS foi superior para vacas alimentadas com cana *in natura* em relação aquelas alimentadas com silagem de milho, aspecto que não foi justificado pelos autores.

EZEQUIEL et al. (2005) avaliando o processamento da cana-de-açúcar, verificaram que bovinos mestiços Zebu x Holandês alimentados com cana hidrolisada com hidróxido de sódio (1,5 a 5 % de NaOH) e cana hidrolisada fenada apresentaram CMS 25,0 e 16,7% superiores a cana-de-açúcar fornecida *in natura*, resultado do aumento da digestibilidade da fibra (45%). Corroborando com este resultado, OLIVEIRA (2002), verificou significativa melhoria na digestibilidade da cana submetida à hidrólise alcalina, o qual destacou a propriedade tamponante que o volumoso adquire com o tratamento, o que confere segurança e estabilidade na alimentação de ruminantes. Cabe aqui ressaltar que existem poucos trabalhos científicos que avaliaram a cana hidrolisada com cal, e que tenham comparado com silagem de milho, o que torna dificultoso a discussão dos resultados.

Como o CMSc foi o mesmo para as vacas dos diferentes tratamentos e considerando-se o CMSf (em relação às canas), notou-se que o adicional em matéria seca consumida pelas vacas dos tratamentos com a cana hidrolisada, possivelmente tenha contribuído para um aumento do cálcio proveniente da cal. Neste caso, possivelmente a variação na relação cálcio:fósforo é benéfica aos animais, haja vista que PIAU et al. (2008) verificaram aumento na relação cálcio:fósforo de 1,6 para 1 com a CIN e de 4,1 para 1 com a CHCH (0,5%). De acordo com o Technical Committee on Responses to Nutrients – TCORN (1991), os bovinos apresentam grande tolerância à ingestão de cálcio, desde que as exigências em fósforo sejam atendidas. A relação cálcio:fósforo pode chegar a 8 para 1, sem comprometer o desempenho dos animais.

No caso da hidrólise com a cal virgem ou hidratada com grande quantidade de óxido ou de hidróxido de cálcio, no nível de 0,5%, ou seja 0,5 kg de cal:2 litros de água:100 kg de cana-de-açúcar picada, a proporção de cálcio:fósforo é benéfica à vaca e, normalmente fica ao redor de 4,1:1 (PIAU et al., 2008). Neste nível é possível conciliar o efeito da hidrólise sobre o valor nutritivo da cana armazenada por períodos longos com a relação cálcio:fósforo adequada aos animais (MOTA, 2008).

4.3 Produção e composição do leite

Os dados referentes à produção e composição do leite são apresentados na Tabela 5.

Observou-se que a produção de leite foi superior para o tratamento com silagem de milho em relação à CIN e CHCV ($P < 0,05$), e semelhante à produção do CHCH. Por outro lado a CHCH não apresentou diferença significativa com nenhum dos outros tratamentos. Quando a produção de leite foi corrigida para 4% de gordura a SIL não apresentou diferença significativa em relação às canas hidrolisadas (CHCV e CHCH), sendo que a produção de leite ajustada foi inferior ($P < 0,05$) para CIN em relação aos demais tratamentos. Deve-se ressaltar que, de um modo geral, as produções de leite poderão ser maiores ou menores, devido a diversos fatores, tais como a qualidade da silagem de milho, nível de produção

dos animais, nível de suplementação; forma de fornecimento da ração, quantidade do concentrado e condições climáticas. Com relação à hidrólise, para que haja efeito positivo, é preciso que alguns aspectos sejam observados, tais como: o tipo da cal (concentração de óxido de cálcio), quantidade da cal utilizada na hidrólise, tamanho da partícula da cana, forma de aplicação, homogeneização da mistura (cal-água e cal-água com a cana), tempo de hidrólise e maturação da cana.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV), valores de F e diferença mínima significativa (DMS) para produção de leite (PL), produção de leite ajustado para 4% de gordura (PL4%G), percentagem de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos (SNG) de acordo com os tratamentos

Variáveis	Tratamentos ¹				CV	F	DMS
	SIL	CIN	CHCH	CHCV			
PL, kg/dia	22,27 ^a	18,84 ^b	20,18 ^{ab}	19,98 ^b	7.38	7.28 ^{**}	2,32
PL4%G, kg/dia	20,05 ^a	17,33 ^b	17,89 ^{ab}	18,01 ^{ab}	8.51	4.67 [*]	2,32
Gordura, %	3,32	3,48	3,22	3,23	9,74	1.07 ^{ns}	0.48
Proteína, %	3,14	3,13	3,06	3,06	3,02	1.89 ^{ns}	0.14
Lactose, %	4,14	4,12	4,19	4,09	3,48	0.70 ^{ns}	0.21
Sólidos totais, %	11,48	11,55	11,31	11,22	3,81	0.95 ^{ns}	0.64
SNG, %	8,17	8,14	8,09	8,00	2,47	1.11 ^{ns}	0.30

^{**} e ^{*} = Significativos ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$), respectivamente; ns = Não significativo ($p < 0,05$).

¹SIL = silagem de milho; CIN = cana-de-açúcar in natura; CHV = cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem; CHH = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada.

A CHCH foi o tratamento que mais se aproximou da SIL, em termos de produção de leite, pode-se destacar que no caso da hidrólise com a cal hidratada, não ocorre elevação de temperatura no momento da mistura da cal com a água, diferentemente da cal virgem, fato relevante, pois envolve a questão da periculosidade. Outro aspecto a ser considerado é que ocorre maior decantação no caso da cal virgem, o que poderá prejudicar a hidrólise, caso não seja feita uma homogeneização adequada para aplicação sobre a cana picada.

Face à produção diária de leite das vacas, o consumo médio de concentrado foi de 7,68 kg de matéria seca/vaca. O fato das vacas consumirem a

cana hidrolisada com o concentrado é suficiente para proporcionar pH do conteúdo ruminal adequado. Neste sentido, com o intuito de verificar o pH do conteúdo ruminal de vacas leiteiras alimentadas com a cana hidrolisada com cal hidratada (0; 80; 160 e 240 g/kg de matéria natural de cana), BEZERRA et al., (2008) verificaram que mesmo na dose de 240 g/kg dificilmente acarretaria problema de pH do conteúdo ruminal (pH = 7,22 com 12 h de armazenamento). Este fato é interessante, pois sendo a cana hidrolisada alcalina e juntamente com grandes quantidades de concentrado, evitaria a acidose em vacas leiteiras de alta produção. Por outro lado, se a cana hidrolisada for fornecida como volumoso exclusivo, os animais certamente terão problemas quanto ao teor protéico e na relação cálcio e fósforo (CAMPOS et al., 2007 e PANCOTI et al., 2007).

Nas Figuras 2; 3 e 4 são apresentadas diferenças em porcentagem e em quilograma de leite produzido a mais em relação aos tratamentos estudados.

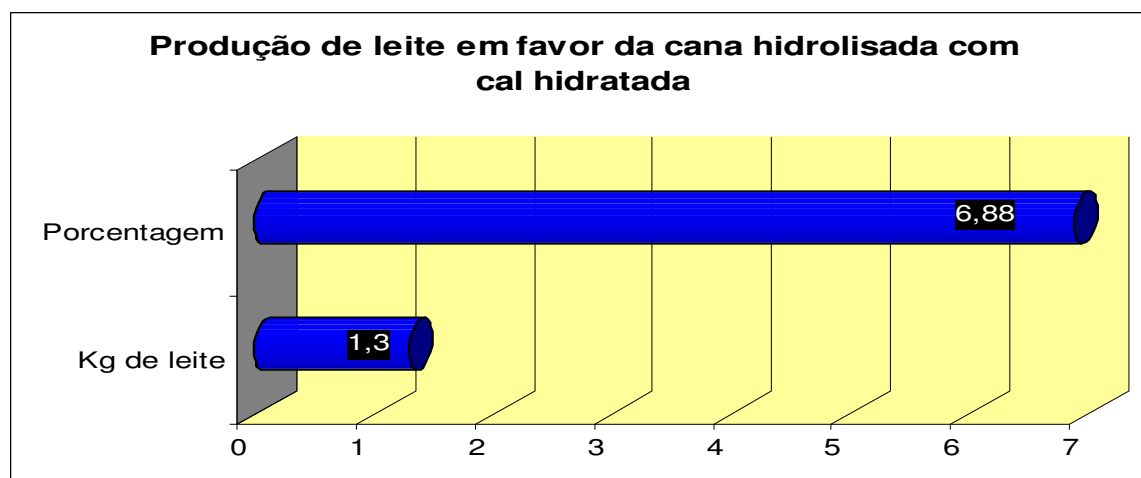


Figura 2. Produção de leite, em porcentagem e em kg, a mais das vacas que receberam cana hidrolisada com a cal hidratada em relação à cana in natura.

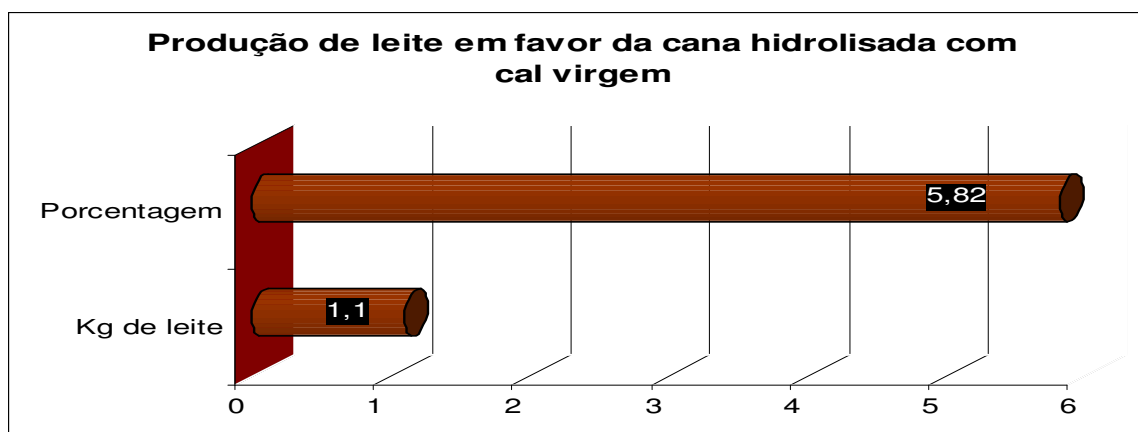


Figura 3. Produção de leite, em porcentagem e em kg, a mais das vacas que receberam cana hidrolisada com a cal virgem em relação à cana in natura.

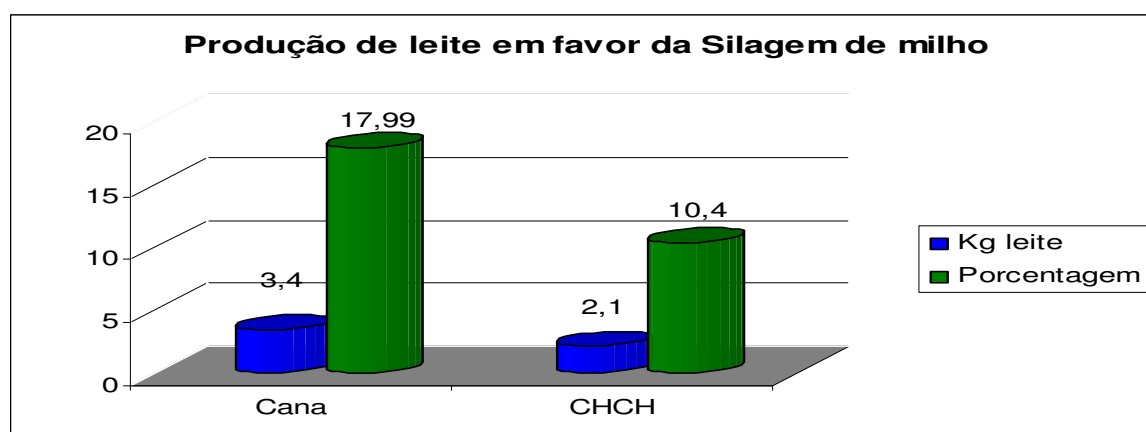


Figura 4. Produção de leite, em porcentagem e em kg, a mais das vacas que receberam silagem de milho em relação à cana in natura e cana hidrolisada com cal hidratada.

Pode-se notar que as vacas alimentadas com a CHCH tiveram maior produção de leite, ou seja, 1,3 kg/vaca/dia em relação à produção das vacas que consumiram a CIN, o que correspondeu ao aumento de 6,88% ($P < 0,01$). Portanto, ficou evidenciado que houve o efeito da hidrólise com a cal hidratada sobre a produção de leite das vacas. Convém destacar que independente do aumento na produção de leite, o fato da cana-de-açúcar hidrolisada ter sido utilizada até 48 h de armazenamento, já é uma vantagem a ser considerada do ponto de vista da logística de utilização. Da mesma forma observou-se aumento de 1,10 kg de

leite/vaca/dia (5,82%) quando as vacas foram alimentadas com a CHCV em relação à CIN ($P < 0,01$). Comparando-se as canas hidrolisadas, houve produção de leite semelhante, porém superior a produção das vacas alimentadas com a CIN. Tal fato era esperado, uma vez que, a hidrólise disponibiliza tanto a celulose quanto a hemicelulose ao ataque de microrganismos aumentando a digestibilidade (OLIVEIRA, et al., 2006a,b; OLIVEIRA et al., 2007; MOTA, 2008), possibilitando dessa forma maior aporte de energia aos animais.

Conforme os dados apresentados na Tabela 4 e Figura 4 ficou evidenciada a vantagem na produção de leite das vacas que receberam a SIL. O aumento na produção de leite foi de 17,99% e de 10,40% respectivamente em relação à CIN e CHCH. Tal fato era esperado uma vez que as vacas que foram alimentadas com a silagem de milho tiveram maior consumo (Tabela 3).

Quanto a composição do leite, verificou-se semelhança nos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos do leite ($P > 0,05$) entre os tratamentos, demonstrando que nas condições de condução do experimento, os volumosos não influíram de forma a alterar significativamente a composição do leite (Tabela 4 e Figura 5). Isso mostra que a saúde do rúmen não foi alterada pelos tratamentos e nem pelas mudanças na alimentação.

Os resultados encontrados para cana-de-açúcar *in natura* estão de acordo com os encontrados por MAGALHÃES (2001), para as mesmas variáveis, e por PAIVA et al. (1991), que não encontraram diferenças nos teores de gordura, sólidos não gordurosos e sólidos totais, quando compararam silagem de milho com cana-de-açúcar *in natura*. Entretanto, PIRES et al. (1999) encontraram maiores teores de gordura, para o tratamento com 100% de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar.

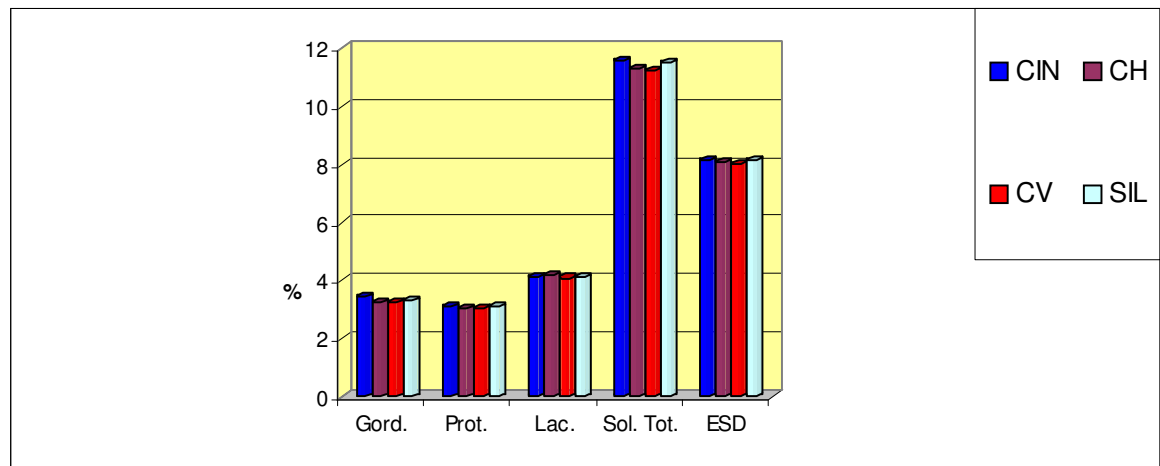


Figura 5. Valores médios de gordura (GORD.), proteína (PROT.), lactose (LAC.), sólidos totais (ST.) e de extrato seco desengordurado (ESD) do leite em função dos diferentes tratamentos.

No caso da cana hidrolisada com a cal virgem (CHCV) o resultado em termos aumento na produção de leite, numericamente foi menor em relação à produção obtida com a CHCH. Convém ressaltar que a diferença poderá ser maior favoravelmente à CHCH dependendo do preço da silagem de milho e da própria cana-de-açúcar, além da cal. No caso da silagem de milho por ser um alimento muito caro, a qualidade da mesma deverá ser muito boa, a fim de proporcionar boa produção de leite e justificar o custo elevado. Por outro lado, apesar da cana ter custo bem inferior ao da silagem, é preciso atentar para a suplementação com o concentrado, o que poderá onerar bastante o custo da ração.

Salienta-se que independente do aumento da produção de leite das vacas alimentadas com as canas hidrolisadas em relação à cana-de-açúcar *in natura*, o fato da hidrólise ter permitido o uso até 48 horas de armazenamento (otimiza o aspecto operacional), ter evitado a presença no cocho de abelhas e mosquitos, facilitar o manejo da alimentação nos finais de semana, feriados, etc., são motivos favoráveis ao uso da cana hidrolisada. Em adição, face à estratégia que o produtor poderá utilizar devido ao armazenamento da cana hidrolisada, são aspectos que devem ser considerados quando da opção pela cana *in natura* ou hidrolisada com as cales (hidratada ou virgem).

4.4 Análise parcial de custos

Na Tabela 6 são apresentadas informações sobre a análise parcial de custos de acordo com os tratamentos, além da relação custo/benefício.

Verificou-se que o custo diário com concentrado não foi influenciado significativamente pelos tratamentos, visto que a formulação da fração concentrada fornecida para ambos os tratamentos foi a mesma. Além disso, a quantidade fixada de concentrado para a produção de leite foi fator determinante na ausência de efeito dos tratamentos sobre o custo diário com concentrado, haja vista que a quantidade de concentrado consumida foi semelhante entre os tratamentos. Por outro lado, verificou-se que os custos diários com volumoso foram superiores para as vacas alimentadas com silagem de milho em relação aos demais volumosos, o que tem justificativa na menor produção do milho por hectare em relação à cana-de-açúcar. Somado a menor produtividade, a silagem de milho envolve maiores custos operacionais para sua conservação, conferindo a este volumoso maior custo por tonelada de matéria seca produzida. Corroborando, MAGALHÃES et al., (2004), comenta que a produção de volumosos como a silagem de milho e sorgo tem exigido considerável demanda em recursos técnicos e financeiros, onde a associação de cana-de-açúcar com silagem de milho ou sua substituição total pode reduzir os custos com alimentação de vacas em lactação, sem, contudo, haver comprometimento nos níveis de produção.

Quanto à receita com a venda do leite, observou-se maiores valores ($P < 0,05$) para SM e CHCH, reflexo da quantidade de leite produzido. Nesse sentido ainda, notou-se que CIN e CHCV proporcionaram menores receitas que SM e semelhantes a CHCH. Em resposta a receita com a venda do leite e a variação com os custos com volumoso a margem bruta não foi alterada pelos tratamentos. Estes resultados ressaltam o potencial da cana-de-açúcar tratada ou não na produção animal, podendo substituir a silagem de milho sem prejuízos financeiros.

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV), valores de F e diferença mínima significativa (DMS) para consumo de concentrado (CC), de volumoso (CV), produção de leite (PL), preço de venda do leite, custo com concentrado (CCon), volumoso (CVol), receita, margem bruta (MB), eficiência financeira e custo/benefício de acordo com os tratamentos

Variáveis	Tratamentos ¹				CV	F	DMS
	SM	CIN	CHCH	CHCV			
CC, Kg MN/vaca/dia	8,70	8,70	8,70	8,70	--	--	--
CV, kg MN/vaca/dia	33,97	31,59	32,82	31,45	11,86	0,75 ^{ns}	5,71
PL, kg/vaca/dia	22,27 ^a	18,84 ^b	20,18 ^{ab}	19,98 ^b	7,38	7,28 [*]	2,32
Preço do leite, R\$/kg ²	0,60	0,60	0,60	0,60	--	--	--
CCon, R\$/kg ³	0,26	0,26	0,26	0,26	--	--	--
CVol, R\$/kg ⁴	0,080	0,030	0,034	0,033	--	--	--
CCon, R\$/vaca/dia	4,26	4,26	4,26	4,26	--	--	--
CVol, R\$/vaca/dia	2,72 ^A	0,95 ^B	1,12 ^B	1,04 ^B	11,61	168,61 ^{**}	2,25
CA, R\$/vaca/dia	6,98 ^a	5,21 ^b	5,38 ^b	5,30 ^b	2,94	198,61 ^{**}	0,25
Receita, R\$/vaca/dia ⁵	13,36 ^a	11,30 ^b	12,11 ^{ab}	11,99 ^b	7,38	7,28 [*]	1,34
MB, R\$/vaca/dia ⁶	6,38	6,09	6,73	6,69	13,03	0,99 ^{ns}	1,24
Eficiência financeira ⁷	1,91 ^a	2,17 ^b	2,25 ^b	2,26 ^b	6,16	13,47 ^{**}	0,20
Custo/benefício ⁸	0,31 ^a	0,28 ^b	0,27 ^b	0,27 ^b	7,06	10,59 ^{**}	0,03

^{**} e ^{*} = Significativos (p<0,01) e (p<0,05), respectivamente; ns = Não significativo (p<0,05).

¹SIL = silagem de milho; CIN = cana-de-açúcar *in natura*; CHV = cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem; CHH = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada.

A eficiência financeira, no presente estudo, representou a capacidade que cada tratamento teve em transformar o investimento com alimentação em retorno financeiro através da receita da venda do leite. Nesse sentido, observou-se que a SIL foi menos eficiente que os demais tratamentos e que o custo/benefício foi pior, também para SIL em relação aos demais tratamentos, reflexo do maior custo da silagem de milho em comparação aos demais volumosos.

5. CONCLUSÕES

Vacas alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada conseguem produção de leite e receita semelhantes a vacas alimentadas com silagem de milho, logo, a silagem pode ser substituída pela CHCH sem prejuízos.

A composição química do leite proveniente das vacas alimentadas com cana hidrolisada, independente da cal utilizada, não foi alterada e permaneceu dentro dos padrões normais.

Vacas alimentadas com cana *in natura* ou cana hidrolisada com cal virgem e hidratada produzem leite com custos semelhantes e menores que vacas alimentadas com silagem de milho.

A alimentação de vacas em lactação com cana hidrolisada ou *in natura* apresenta melhor eficiência financeira e custo/benefício que vacas alimentadas com silagem de milho.

Vacas alimentadas com silagem de milho consumiram mais MS que todos os outros tratamentos, porém a eficiência financeira do tratamento foi inferior aos das canas.

6. IMPLICAÇÕES

Baseando-se nos dados da literatura e do presente experimento, pode-se destacar vários aspectos relacionados com a utilização da cana-de-açúcar e da cana-de-açúcar hidrolisada com cal na alimentação de bovinos, em especial de vacas leiteiras.

O fornecimento da cana-de-açúcar como volumoso no período de estiagem é uma das práticas mais utilizadas, juntamente com a silagem de milho, como volumosos, para o gado leiteiro. No caso específico da cana-de-açúcar, o destaque é para a alta produtividade, atingindo num único corte, produção entre 15 a 20 toneladas de nutrientes digestíveis totais por hectare.

A cana-de-açúcar tem sido utilizada pelos pecuaristas e produtores de leite, por ser uma gramínea de fácil cultivo e tratamentos culturais. Infelizmente a falta de conhecimento de técnicas adequadas levou, em passado recente, a cana-de-açúcar ao descrédito pelo baixo desempenho dos animais, face ao baixo teor

protéico e de minerais. Todavia, novas tecnologias como a hidrólise da cal (alta concentração de óxido de cálcio) com a cana-de-açúcar picada na proporção de 0,5 kg de cal : 2,0 litros de água : 100 kg de cana picada, associada a maiores produtividades agrícolas e adequado balanceamento alimentar, resultam em melhor aproveitamento do alimento e bom desempenho animal.

A técnica da hidrólise da cana-de-açúcar com cal é simples e econômica, podendo ser utilizada pelos produtores rurais com o intuito de alimentar tanto animais produtores de leite quanto de corte. Convém destacar alguns aspectos relacionados com a utilização da cana hidrolisada com cal em relação à cana *in natura*: aumenta a ingestão da cana; reduz o custo da ração, melhora a digestibilidade da MS e da HEM; possibilita o uso por maior período de armazenamento (no caso do presente experimento até 48 h); evita a presença de abelhas e mosquitos, possibilita a prevenção de acidose ruminal, além de proporcionar maior produção de leite.

Ressalta-se que devem ser observados alguns aspectos inerentes à técnica e em relação à espécie animal que irá consumir a cana hidrolisada. No caso da técnica em questão para bovinos (0,5% de cal com elevada concentração de óxido ou de hidróxido de cálcio, ou seja, 0,5 kg da cal: 2,0 litros de água : 100 kg de cana picada), os produtores poderão contar com mais um aspecto interessante que é a adição de cálcio proveniente da cal, uma vez que disponibiliza mais cálcio para os animais, porém mantendo a relação cálcio:fósforo dentro do padrão nutricional. Por se tratar de uma técnica cujo custo é barato, poderá ser utilizada pelo pequeno, médio e grande produtor rural. Em relação aos produtores que possuem grande número de animais a ser alimentados, a questão da mecanização é fundamental, (equipamentos que aplicam a cal em grande escala) inclusive com minimização de custos.

Finalmente, no caso da adoção da técnica da hidrólise, os produtores poderão optar por uma ou outra cal, o que dependerá da disponibilidade e do preço na região.

7. REFERÊNCIAS

ANDERSON, D.C.; RALSTON, A .T. Chemical treatment of ryegrass straw: in vitro dry matter digestibility and composition changes. **Journal of Animal Science**, v.37, p.149-154, 1973.

ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 36, p. 1265-1268, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, D.C.,1995.

BEZERRA, F.S.; ÍTALO, L.C.V.; DIAS, A.M. pH ruminal de vacas alimentadas com cana-de-açúcar com diferentes níveis de cal hidratada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45^a . Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** SBZ, Jaboticabal – SP, CD ROM, 2007.

BORGES, A.L.C.C.; VIEIRA, L.G.R.; **Criação de bovinos**. 7.ed., p.221-224, 2003.

CAMPOS, M.M.; GOMES, S.P.; SILVA, R.R. et al. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44^a. Jaboticabal, SP. 2007. **Anais...** SBZ, Jabotiacabal – SP, CD ROM, 2007.

CAROL Cooperativa dos Agricultores da região de Orlândia. <www.carol.com.br>, 2007.

CEPEA/ESALQ – Boletim do Leite. Disponível em: <<http://www.cepea/esalq.br>> Acesso em 09 out. 2008.

CHAUDHRY, A.S. In vitro and in sacco **Animal Feed Science and Technology** digestibility of wheat straw treated with calcium oxide and sodium hydroxide alone or with hydrogen peroxide., v.74, p.301-313, 1998.

COOMBRE, J. B. et. al. Effect of alkali treatment on intake and digestion of barley straw by steers. **Journal of Animal Science**, V. 49, N. 1, p. 169- 176, 1979.

COPLANA Cooperativa dos Plantadores de Cana da Zona de Guariba Ltda. <www.coplana.com.br> , 2007.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho Produtivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Proporções de Cana-de-Açúcar e Concentrado ou Silagem de Milho na Dieta. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005. (supl.)

COSTA, B.; FRANCO, M. **Cana. DBO Rural**, p.64-73, 1998.

DOMINGUES, F. N.; OLIVEIRA, M. D. S., SIQUEIRA, G. R.; ROTH, A.P. de T.P.; SANTOS, J. dos.; ANDRADE A. T.; R. R. , ROTH; M. de T. P.;. Efeitos das doses de cal microprocessada (CaO) e do tempo após o tratamento sobre a estabilidade aeróbia e dinâmica de microrganismos da cana-de-açúcar “in natura”. In: 43^a Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. João Pessoa, PA. 2006. **Anais...** 43^a Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, CD ROOM, 2006.

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

FARIA, A.E.L.; OLIVEIRA, M.D.S.; BARBOSA, J.C. Composição bromatológica de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes períodos e condições de armazenamento. **Ars Veterinária**, v.16, n.3, p.220-226, 2000.

GOODING, E. G. B. Effect of quality of cane on its value as livestock feed. **Tropical Animal Product**., v. 7, n.1, p. 72-91, 1982.

GUIMARÃES, J. E. P. **Aplicações da Cal no Meio Rural**. Associação Brasileira de Produtores de Cal. 2003.

JACKSON, M. G. Review Article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**. V. 2, n. 2, p.105- 130, 1997.

LIMA, M. L. M., MATTOS, W. R. S. (1993), Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINO. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77 - 106.

LIMA, J.B.M.P.; GRAÇA, D.S.; BARBOSA, G.S.S.C.; SOUZA, G.M. Digestibilidade aparente e consumo de matéria seca, proteína bruta e energia do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratado com amônia anidra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. João Pessoa. **Anais...** Paraíba: SBZ, 2006. CD ROM.

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 Iniciação Científica em Agronomia. FCAV/UNESP, 2007.

MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar** (*Saccharum officinarum* L.) **em substituição à silagem de milho** (*Zea mays*) **em dietas para vacas em lactação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 62p. dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M. de S.; VALADARES FILHO, S. de C.; et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.

MANZANO, R.P.; FUKUSHIMA, R.S.; GOMES, J.D.F.; GARIPPO, G. Digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com reagentes químicos e pressão de vapor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1196-1204, 2000.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.

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

NRC (National Research Council) **Nutrient requirement of dairy cattle**. 6 ed. Washington, 1989, 157 p.

OLIVEIRA, M.D.S.de. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**, p.53-54, 1999.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 128 p.

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

OLIVEIRA, M. D. S.; SHINODA. J.; BODRICK. R.; SANTOS, J. dos.; LOPES.; A. L.; DOMINGUES, F. N.; OLIVEIRA. I. S.; MOTA. D. A.;. Efeito da hidrólise com a cal (hidróxido de cálcio) sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) In: 43ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. João Pessoa, PA. 2006. **Anais...** SBZ, CD ROM, 2006 b.

OLIVEIRA, M. D. S.; BODRICK. R.; SANTOS, J. dos.; LOPES.; A. L.; DOMINGUES, F. N.; OLIVEIRA. I. S.; MOTA. D. A.;. Efeito da hidrólise com cal hidratada (hidróxido de cálcio) sobre a digestibilidade *“in vitro”* da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: 43ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. João Pessoa, PA. 2006. **Anais...** SBZ, CD ROM, 2006 a.

LOLADE, B. G.; MOWAT, D. N.; SMITH, G. C. digestibility and nitrogen retention of NaOH treated diet. **Jornal of Animal Science**, v. 37, n. 1, p. 352-358, 1973.

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: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44ª, Jaboticabal, SP., 2007. **Anais...** SBZ, CD ROM, 2007.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M. et al. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.

PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeitos dos diferentes níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a degradabilidade da matéria seca e de constituintes da parede celular da palhada de milho (*Zea mays L.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.693-705, 1995.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos, microbiológicos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*)**. 2003. 120f. Tese (Doutorado) – ESALQ, Pirassununga, 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: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45^a, Lavras, MG., 2008. **Anais...** SBZ, CD ROM, 2008.

PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ROCHA, M.H.M. et al. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36^a, 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBZ/Gmosis, (1999), 17par. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZAPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 2, p.358, 2008.

SAS Institute. **Statistical analysis system user's guide**. Version 8.02. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2001.

SILVA, T.M. da; OLIVEIRA, M.D.S. de; SAMPAIO, A.A.M.; ANDRADE, A.T. de; BARBOSA, J.C.; FERNANDES, A.R.M.; CALDEIRÃO, E.; RIBEIRO, G.M.; FAZOLO, B. Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade ruminal "*in vitro*". In: 42ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. Goiânia, GO. 2005. **Anais...** SBZ, CD ROM, 2005.

SILVA, R.,A., CACERE, E.R., DIAS, A.C.S., RIBEIRO, C.B., SOUZA, A . R.D.L., VASCONCELOS, P.C., MORAIS, M.G., FRANCO, G.L. Efeito da adição de cal hidratada na cana-de-açúcar picada sobre a composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. João Pessoa. **Anais ...** Paraíba: SBZ, 2006. CD-ROM.

SOBREIRA, G.F. Uso de cana-de-açúcar hidrolisada: alternativa para alimentação de ruminantes. **Revista eletrônica nutritime**, v.3, nº2, p. 318-321, março/ abril 2006.

SUNDSTOL. J.; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed**. Amsterdam, Elsevier Press. 1984. 604p.

TCORN (1991). Technical Committee on Response to Nutrients, Report N. 6: **a reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. Nutrition Abstracts and Reviews (Series B).

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, **Journal of dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

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