

# DIGESTIBILIDADE DA CANA-DE-ACÚCAR HIDROLISADA, *IN NATURA* E ENSILADA PARA BOVINOS

MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA,<sup>1</sup> ANTONIO TADEU DE ANDRADE,<sup>2</sup> JOSÉ CARLOS BARBOSA,<sup>3</sup> TIAGO MÁXIMO DA SILVA,<sup>4</sup> ALEXANDRE RODRIGO MENDES FERNANDES,<sup>4</sup> EDUARDO CALDEIRÃO<sup>5</sup> E ARNALDO CARABOLANTE<sup>6</sup>

1. Professor adjunto do Departamento de Zootecnia FCAV/Unesp – Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n. CEP 14884-900 – Jaboticabal, SP. E-mail: mauro@fcav.unesp.br Pesquisador do CNPq
2. Professor doutor do Departamento de Zootecnia FCAV/Unesp – Jaboticabal / 3. Professor titular do Departamento Ciências Exatas FCAV/Unesp – Jaboticabal
4. Acadêmico do curso de Pós-Graduação em Zootecnia FCAV/Unesp / 5. Técnico Hidrocana – Londrina-PR / 6. Técnico Itaú Calcário Ltda.

---

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a digestibilidade ruminal *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN), da fibra em detergente ácido (DIVFDA) e da lignina (DIVL) de duas variedades (IAC 862480 e RB 835453) de cana-de-açúcar hidrolisadas com zero %, 0,5% e 1,0% de cal, durante três horas, *in natura* e ensiladas durante sessenta dias. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2 com três repetições. Não houve influência dos níveis de cal na DIVFDA e da DIVL da cana-de-açúcar. As DIVMS, DIVFDA e da DIVL foram aumentadas em função dos níveis crescen-

tes de cal, todavia, as médias de digestibilidade nos níveis de 0,5% e 1,0% assemelharam-se estatisticamente ( $P>0,05$ ). A variedade IAC 862480 apresentou maior DIVMS, DIVFDN e da DIVFDA, considerando-se os níveis de cal utilizados, entretanto a DIVFDN foi maior apenas para a silagem de cana ( $P<0,01$ ) nos níveis de 0,5% e 1,0% de cal. De modo geral, a hidrólise da cana-de-açúcar, com o nível de 0,5% de cal processada, mostrou-se mais interessante do ponto de vista da digestibilidade dos nutrientes estudados. No caso da silagem de cana-de-açúcar, o nível de 1,0% mostrou-se mais eficiente em melhorar a digestibilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bovino, *in vitro*, óxido de cálcio (cal), silagem.

---

## ABSTRACT

### DIGESTILITY OF SUGARCANE HYDROLYSED, *IN NATURA* AND ENSILAGE FOR BOVINES

The objective of the present study was to determine *in vitro* dry matter ruminal digestibility (IVDMD), neutral detergent fiber (IVNDFD), acid detergent fiber (IVADFD) and lignin (IVLD) in two varieties of sugarcane (IAC 862480 and RB 835453), hydrolysed with zero; 0.5 and 1.0% of the lime, during three hours, *in natura* and ensiled forms. The treatments with three replications, in scheme factorial design were applied. There was no influence of the different lime

levels, but the digestibility in the 0; 0.5 and 1.0% of the lime were equal statistically ( $P>.05$ ). The IVDMD, IVDFDN and IVDFDA were greater in IAC 862480 variety in the lime levels utilized. Despite the variation found in the digestibility of some components, both *in natura* with 0.5% and silagem with 1.0% of sugarcane are indicated in dairy and beef cattle feeding program.

**KEY WORDS:** Bovine, calcium oxide (lime), ensilage, *in vitro*.

## INTRODUÇÃO

O valor nutricional da cana-de-açúcar *in natura* está diretamente ligado ao seu teor de açúcar, que pode chegar a 50% na matéria seca, proporcionando valores de nutrientes digestíveis totais da ordem de 55% a 60%; no entanto o seu teor de proteína é extremamente baixo, não ultrapassando 4%, além do que essa proteína é de baixa digestibilidade. São também muito baixos os teores da maioria dos minerais, principalmente o fósforo. Entre os fatores que afetam a qualidade da cana-de-açúcar como alimento para ruminantes, os mais importantes são idade da planta e a variedade (RODRIGUES & ESTEVES, 1992). Destaca-se também que a qualidade da forrageira depende de seus constituintes. Neste contexto, os constituintes da fibra das forrageiras são considerados de grande importância, por duas razões principais: a) compreendem a maior fração da matéria seca da planta; b) constituem a fração da planta menos digerida no trato digestivo e a mais lentamente digerida no rúmen (THIAGO & GILL, 1993). O resultado é um alimento nutricionalmente desbalanceado e que oferecido como único alimento por vezes pode não atender às exigências de manutenção dos animais (THIAGO & VIEIRA, 2002). No entanto, a cana-de-açúcar pode suportar diferentes níveis de desempenho animal, dependendo da forma em que for suplementada.

Conforme LANDELL et al. (2002), a variedade IAC 862480 apresenta-se como de boa produtividade (1º. corte = 153,8 t de massa verde/ha) e baixo teor de fibra, apresentando grande potencial para uso na alimentação animal.

A diminuição do valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada foi relatada por ALCÂNTARA et al. (1989), que observavam redução na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 66,4% para 55,3% e no consumo voluntário de 7,1% para 5,7% do PV<sup>0,75</sup>, em ovinos alimentados com rações contendo cana *in natura* e silagem de cana, respectivamente.

Alguns autores em seus trabalhos demonstraram a produção excessiva de etanol, redução da matéria seca e aumento dos constituintes da parede celular na cana ensilada. É o caso de BERNARDES et al. (2002), que constataram teor de 6,87% de etanol na

MS da cana ensilada, enquanto COAN et al. (2002), avaliando a composição química da cana-de-açúcar fresca e ensilada, observaram os seguintes valores: para a MS, 27,3% para 20,9%; fibra em detergente neutro, 42,1% para 54,95%; fibra em detergente ácido, 34,9% para 43,8%, e lignina, de 6,8% para 7,2%, respectivamente, para cana *in natura* e ensilada. Com base nisso, verifica-se que há uma redução no valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada, assim como a presença de grande teor de etanol, redução do consumo e conseqüentemente no desempenho de animais alimentados com silagem de cana não tratada.

Uma das primeiras demonstrações de que substâncias alcalinizantes pudessem modificar o processo fermentativo de silagens foi demonstrado por Tufino et al. (1978), citados por CASTRILLÓN et al. (1978), os quais observaram redução na fermentação alcoólica em silagens de cana-de-açúcar tratada com 4% de NaOH.

Os agentes alcalinizantes como o hidróxido de sódio (NaOH), o hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), a amônia anidra (NH<sub>3</sub>) e mais recentemente o óxido de cálcio (CaO) são utilizados para melhorar os coeficientes de digestibilidade das palhas e/ou resíduos agrícolas, como por exemplo o bagaço de cana-de-açúcar (ANDRADE et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002; PIRES et al., 2004). Esses agentes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “entumescimento 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 (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

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

OLIVEIRA et al. (2002) observaram aumento de 6,07% na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da cana-de-açúcar quando utilizaram 1,5% de NaOH como agente hidrolizante durante 24 horas.

PIRES et al. (2004) relataram que o tratamento com NaOH aumentou a DIVMS, em trabalho com bagaço de cana-de-açúcar tratado com NaOH. Isso foi atribuído à solubilização parcial da hemicelulose, e à expansão da celulose, facilitando o ataque de microrganismos à parede celular, o que culmina no aumento do consumo de matéria seca e no melhor desempenho animal.

Normalmente a recomendação para a utilização da soda cáustica como agente hidrolisante seria em torno de 3% a 5% da matéria seca, tanto para o bagaço como para a cana *in natura* (PIRES et al., 2004). No entanto, muito cuidado deve ser tomado por ocasião da manipulação da soda, por se tratar de agente fortemente cáustico e corrosivo, o qual, se não forem tomados cuidados especiais, poderá causar sérias queimaduras da pele e/ou intoxicações respiratórias. Em virtude disso, aponta-se como possibilidade utilizar o óxido de cálcio ou a cal (CaO) processada e o hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) como agentes oxidantes para a hidrólise da cana-de-açúcar. De acordo com SILVA et al. (2004), a digestibilidade da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar aumentou de 35% para 60% com a aplicação de cem litros de uma solução de cal a 3% para cada 125 kg de bagaço, após 48 horas de fermentação, fato observado com caprinos e ovinos.

Procurou-se, no presente trabalho, determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN), da fibra em detergente ácido (DIVFDA) e da lignina (DIVL) de duas variedades (IAC 862480 e RB 835453) de cana-de-açúcar hidrolisadas com zero %, 0,5% e 1,0% de cal, durante três horas *in natura* e ensiladas durante sessenta dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), *campus* de

Jaboticabal. Utilizaram-se as variedades de cana-de-açúcar IAC 862480 e RB 835453. A cana-de-açúcar era de 1º. corte e com quinze meses de crescimento. A cal virgem (CaO) micropulverizada foi obtida junto à Itaú Calcário Ltda., sendo a composição química apresentada na Tabela 1.

**TABELA 1.** Composição química da cal virgem (CaO) micropulverizada<sup>1</sup>.

Componentes	Concentração (%)
MgO	0,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3
SiO <sub>2</sub>	1,4
CaO total	94,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2
CaO disponível	87,3
CO <sub>2</sub>	1,5
S	0,07

1. CHRISTÓFARO (2001).

Processaram-se as variedades em picadeira tipo estacionária, possibilitando partículas com 2,5 cm no máximo. Mantendo-se as proporções, foram estabelecidos amontoados de quinze quilos, aos quais foi adicionada solução de cal nas proporções de meio e um quilo: dois litros de água: cem quilos de cana picada. A distribuição da solução de cal foi feita sobre uma camada de doze centímetros de altura de cana previamente espalhada sobre um piso cimentado de um galpão coberto, sendo cuidadosamente homogeneizada. Nos tratamentos com o nível zero de cal, a cana não sofreu nenhuma diluição permanecendo *in natura*. Após esse processo, os amontoados permaneceram em repouso por três horas.

Em relação aos tratamentos constituídos pela silagem, a cana tratada com a solução de cal foi imediatamente ensilada, permanecendo durante sessenta dias em silos experimentais constituídos de tubos de polietileno, com capacidade para quatro litros aproximadamente.

Retiraram-se amostras da cana *in natura* e da silagem de cana, hidrolisadas ou não, acondicionando-as em sacos plásticos previamente identifica-

dos e armazenadas em congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para serem analisadas posteriormente, conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002). As análises de fibra em detergente ácido, de fibra em detergente neutro e de lignina foram feitas de acordo com a metodologia proposta por VAN SOEST et al. (1991).

Como doador do conteúdo ruminal, utilizou-se um bovino da raça Santa Gertrudes, mantido em baía contendo cocho de alimentação, bebedouro e cocho para mistura mineral. A dieta constou de 25 quilos de cana-de-açúcar – mistura de cana *in natura* e silagem – na proporção de 50%:50% com base na matéria natural + três quilos de concentrado (mistura de milho = 70% + farelo de soja = 28% + suplemento mineral = 2%). O período de adaptação à dieta foi de quinze dias.

Realizou-se a colheita do conteúdo ruminal no período da manhã, do 16<sup>o</sup> dia do início da adaptação, antes da primeira refeição, através de cânula ruminal.

O conteúdo ruminal foi adequadamente acondicionado em balão volumétrico mantido dentro de uma caixa de isopor, para ser mantida a temperatura. Após a retirada da quantidade necessária de conteúdo ruminal, injetou-se ao mesmo gás  $\text{CO}_2$  a fim de se manter a anaerobiose. Em seguida o conteúdo ruminal foi submetido à filtragem em tecido de algodão (tipo gaze dobrado), através de pressão manual forte. Utilizou-se o líquido obtido para inoculação nos jarros de fermentação do fermentador ruminal DAISY II, contendo os sacos de fermentação com as amostras e a saliva artificial. Esta foi preparada em duas soluções: a solução tampão A constituída de: em gramas/litro ( $\text{KH}_2\text{PO}_4 = 10,0$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 0,5$ ;  $\text{NaCl} = 0,5$ ;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0,1$  e Uréia = 0,5); e a solução tampão B, composta de:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 15,0$  e  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O} = 1,0$ , em gramas/litro.

Quantidades de 0,5 gramas de cada amostra seca e moída em moinho do tipo Willey, com peneira contendo crivos de 1 mm, foram colocadas nos sacos de fermentação e estes no fermentador ruminal DAISY II, durante 48 horas, e posteriormente com pepsina a 0,4% e ácido clorídrico a 2% durante 24 horas. Após o período de incubação, drenaram-se os jarros e lavaram-se os sacos com água corrente

até a água ficar clara. Em seguida foram colocados para secar em estufa de ar forçado a  $55^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Foram pesados e o resíduo recuperado para as análises de matéria seca, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e lignina.

A análise da variância foi realizada por meio do delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $3 \times 2 \times 2$  com doze tratamentos e três repetições. Estudaram-se três níveis de cal (zero %, 0,5 % e 1,0 %), duas variedades de cana-de-açúcar (IAC 862480 e RB 835453) e duas técnicas de uso (*in natura* e silagem). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (BANZATTO & KRONKA, 1995), utilizando-se o ESTAT – SISTEMA PARA ANÁLISE ESTADÍSTICA, versão 2.0, Departamento de Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes médios de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN), da fibra em detergente ácido (DIVFDA) e da lignina (DIVL) da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos.

Neste contexto, houve influência dos níveis de cal sobre a DIVMS e da DIVFDN ( $P < 0,01$ ). Notou-se aumento percentual de 4,82 unidades em favor da hidrólise com 0,5% de CaO em relação à DIVMS ( $P < 0,05$ ). Em virtude da semelhança nas médias dos coeficientes da DIVMS da cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% e 1,0% de cal, não há necessidade da hidrólise com o nível de 1,0% de CaO. Em adição, observou-se que no nível de 1,0% de CaO houve queda na DIVFDN da cana-de-açúcar ( $P < 0,01$ ). Normalmente verifica-se aumento na DIVFDN em função da ação alcalinizante da cal, em virtude da solubilização da fração fibrosa da cana-de-açúcar (JACKSON, 1977).

A DIVMS, a DIVFDN e a DIVFDA foram maiores em 6,61% ( $P < 0,01$ ), 12,95% ( $P < 0,01$ ) e 9,28% ( $P < 0,05$ ), respectivamente, na variedade IAC 862480. Este fato elucidou o potencial para uso na alimentação de ruminantes, favorável à variedade IAC 862480. No entanto, a DIVL foi se-

melhante ( $P>0,05$ ) entre as variedades de cana-de-açúcar estudadas. Em relação à variedade IAC 862480 *in natura*, SCHMIDT et al. (2004) encontraram média de 52,3% para a DIVMS, portanto inferior à obtida no presente trabalho (62,08%). Todavia, RODRIGUES et al. (2001) obtiveram média de 64,2% para a mesma variedade de cana-

de-açúcar (IAC 862480). A variedade IAC 862480 apresenta teor de fibra em detergente neutro (FDN), relação FDN–Brix (sólidos solúveis) desejáveis. Segundo OLIVEIRA (1999), do ponto de vista da alimentação de bovinos, a variedade de cana-de-açúcar deve ter menos de 52% de FDN e £ 2,7.

**TABELA 2.** Médias da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN), da fibra em detergente ácido (DIVFDA) e da lignina (DIVL) da cana-de-açúcar.

Tratamentos	DIVMS, %	DIVFDN, %	DIVFDA, %	DIVL, %
Níveis de cal (N)				
0	60,82 b	38,45 a	32,45 a	18,85 a
0,5	63,75 a	38,61 a	33,64 a	21,41 a
1,0	63,40 a	34,10 b	30,91 a	24,42 a
Teste F	20,25 **	17,83 **	2,10 NS	2,81 NS
DMS (5 %)	1,25	2,13	3,33	5,86
Variedade (V) de cana-de-açúcar				
RB 835453	60,65 a	34,80 a	30,90 a	22,37 a
IAC 862480	64,66 b	39,31 b	33,77 b	20,75 a
Teste F	95,36 **	41,60 **	6,90 *	0,71 NS
DMS (5 %)	0,84	1,44	2,24	3,96
Técnica de utilização (T)				
Cana <i>in natura</i>	64,52 a	34,00 a	30,52 a	17,85 a
Silagem de cana	60,79 b	40,10 b	34,16 b	25,26 b
Teste F	82,52 **	76,13 **	11,15 **	14,89 **
DMS (5 %)	0,84	1,44	2,24	3,96
F para interação				
N x V	0,56 NS	3,92 *	5,65 **	0,35 NS
N x T	3,73 *	10,98 **	13,46 **	14,68 **
V x T	3,04 NS	0,97 NS	1,29 NS	2,47 NS
N x V x T	20,20 NS	15,18 **	5,58 *	14,10 **

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey. NS – não significativo. / \*( $P<0,05$ ). / \*\* ( $P<0,01$ ).

A ensilagem possibilitou melhor DIVFDN, DIVFDA e DIVL, porém piorou a DIVMS. A silagem teve uma queda na DIVMS de 5,78% em relação à cana *in natura* ( $P<0,01$ ). No entanto, houve aumento ( $P<0,01$ ) na DIVFDN, DIVFDA e DIVL de 17,94%, 11,92% e 41,51%, respectivamente, favorável à silagem de cana-de-açúcar.

A hidrólise da cana-de-açúcar por meio da cal não afetou ( $P>0,05$ ) a DIVFDA e a DIVL. A lignina é o fator primário que pode limitar o potencial de digestão dos carboidratos fibrosos onde está quimicamente ligada (VAN SOEST, 1994), pois é de baixa ou nula digestibilidade (MARAIS, 2000). A limitação da digestão deve-se à função física da lignina

como substância que favorece a rigidez parietal, bem como às características de suas ligações químicas com os polissacarídeos estruturais, também conhecida como fração lignocelulósica, à inibição da atividade enzimática ou mesmo à inter-relação de todos estes fatores (FERREIRA, 1994). De acordo com KLOPFENSTEIN (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

REIS & RODRIGUES (1994) e ANDRADE et al. (2001) destacaram a importância do uso de substâncias químicas visando melhorar a digestibilidade e disponibilidade de nutrientes para a nutrição animal.

SUNDSTOL & OWEN (1984) e VAN SOEST (1994) destacaram o efeito de produtos alcalinos sobre a fração fibrosa de volumosos de baixo valor nutritivo, entretanto ressaltaram que a fração da lignina pode ser solubilizada em concentrações elevadas de NaOH.

Considerando-se a ação hidrolisante da CaO, JACKSON (1977) destacou que o efeito recai sobre a solubilização parcial da hemicelulose e da expansão da celulose, causando rupturas das ligações

de pontes de hidrogênio, as quais conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose.

OLIVEIRA et al. (2002) obtiveram aumento de 6,07% ( $P < 0,01$ ) na DIVMS da cana-de-açúcar submetida à hidrólise por 24 horas com 1,5% de NaOH. Os autores relataram que o uso do NaOH é decorrente do preço e da periculosidade no manuseio. SILVA et al. (2004) também observaram aumento expressivo na digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com cal (aplicação de cem litros de uma solução com 3% de cal para cada 125 kg de bagaço, após 48 horas), fato observado com caprinos e ovinos. Portanto, tanto na cana-de-açúcar *in natura* quanto no bagaço, a hidrólise com a cal melhora a digestibilidade da matéria seca.

Na Tabela 3 é apresentado o desdobramento da interação da DIVMS entre os níveis de cal e as técnicas de uso da cana-de-açúcar. Pode-se observar que a maior média foi obtida no nível de 1,0% de cal ( $P < 0,01$ ). Todavia, houve semelhança nos níveis zero % e 0,5% de cal, na cana-de-açúcar *in natura*. Na silagem, os níveis de 0,5% e 1,0% influíram de forma semelhante na DIVMS ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 3.** Desdobramento dos níveis de cal e técnicas sobre a DIVMS da cana-de-açúcar.

Técnicas (T)	Níveis (N) de cal, %			Teste F
	zero	0,5	1,0	
Cana <i>in natura</i>	63,19 Ab	64,83 Ab	65,55 Aa	5,75 **
Silagem de cana	58,44 Bb	62,66 Ba	61,26 Ba	18,23 **
Teste F <sub>N</sub>	44,77 **	9,26 **	36,25 **	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si pelo Teste de Tukey.  $DMS_N$  = Diferença mínima significativa = 1,47. /  $DMS_T$  = 1,77. / \*\* ( $P < 0,01$ ).

Comparando-se a técnica dentro de cada nível de cal, observou-se menor DIVMS ( $P < 0,01$ ) para silagem. Tal fato é decorrente do processo fermentativo que ocorre durante a ensilagem da cana-de-açúcar, causando perda de matéria seca diante da fermentação alcoólica. Durante a ensilagem ocorre queda nos teores de carboidratos não fibrosos e aumento no teor de FDN, prejudicando a inibição

da fermentação de leveduras (SIQUEIRA et al., 2004).

Na Tabela 4 estão expressos os desdobramentos da interação dos níveis de cal em relação às variedades de cana-de-açúcar e às técnicas sobre a DIVFDN. A variedade IAC 862480 apresentou maior DIVFDN, embora estatisticamente no nível de 1,0% de cal as médias tivessem sido semelhan-

tes ( $P > 0,05$ ) em relação à variedade RB 835453. Considerando-se apenas a variedade RB 835453, notou-se que o nível de 0,5% de cal melhorou a

DIVFDN da cana-de-açúcar ( $P < 0,01$ ). Na variedade IAC 862480, o nível de 1,0% de cal causou queda ( $P < 0,01$ ) na DIVFDN da cana-de-açúcar.

**TABELA 4.** Desdobramento dos níveis de cal com variedades e técnicas sobre a DIVFDN da cana-de-açúcar.

Variedades (V)	Níveis (N) de cal, %			Teste F
	zero	0,5	1,0	
RB 835453	34,87 Ab	36,64 Aa	32,88 Ab	4,84 *
IAC 862480	42,02 Ba	40,58 Ba	35,33 Ab	16,92 **
Teste F	34,80 **	10,57 **	4,08 NS	
Técnicas (T)				
Cana <i>in natura</i>	37,71 Aa	34,40 Ab	29,90 Ac	20,97 **
Silagem de cana	39,18 Ab	42,83 Ba	38,31 Bb	7,84 **
Teste F	1,46 NS	48,45 **	48,18 **	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

$DMS_N$  = Diferença mínima significativa = 2,50. /  $DMS_V$  = 3,02. /  $DMS_T$  = 3,02 / NS = não significativo. / \* ( $P < 0,05$ ). / \*\* ( $P < 0,01$ ).

Em relação às técnicas, verificou-se que no nível zero de cal a DIVFDN foi semelhante, porém nos níveis de 0,5% e 1,0% de cal houve aumento na DIVFDN na silagem em relação à cana *in natura*. Convém ressaltar que a ensilagem da cana-de-açúcar causou diminuição tanto na DIVMS como no consumo voluntário de ovinos (ALCÂNTARA et al., 1989). Salienta-se que na silagem de cana não tratada com produto alcalino ocorre produção excessiva de etanol, redução da matéria seca e aumentos dos constituintes da parede celular (BERNARDES et al., 2002).

Considerado apenas o efeito dos níveis de cal na cana *in natura*, notou-se que, à medida que aumentou o nível de cal, houve queda significativa na DIVFDN da cana-de-açúcar ( $P < 0,01$ ). Na silagem, apenas o nível de 0,5% de cal proporcionou aumento na DIVFDN ( $P < 0,01$ ). Este fato demonstrou que não há necessidade da utilização de 1,0% de cal para hidrólise da cana *in natura*.

Na Tabela 5 pode-se observar o desdobramento da interação dos níveis de cal com as variedades de cana-de-açúcar e com as técnicas utilizadas, sobre a DIVFDA.

**TABELA 5.** Desdobramento dos níveis de cal com variedades e técnicas sobre a DIVFDA da cana-de-açúcar.

Variedades (V)	Níveis (N) de cal, %			Teste F
	zero	0,5	1,0	
RB 835453	30,58 Aa	30,22 Aa	31,91 Aa	0,44 NS
IAC 862480	34,33 Aab	37,07 Ba	29,91 Ab	7,31 **
Teste F	3,39 NS	13,16 **	1,12 NS	
Técnicas (T)				
Cana <i>in natura</i>	31,70 Aa	34,63 Aa	25,22 Ab	13,00 **
Silagem de cana	33,21 Aa	32,65 Aa	36,60 Ba	2,56 NS
Teste F	0,64 NS	1,09 NS	36,35 **	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

$DMS_N$  = Diferença mínima significativa = 2,50 /  $DMS_T$  = 3,02 / NS = não significativo. / \*\* ( $P < 0,01$ )

Apenas no nível de 0,5% de cal houve aumento na DIVFDA da variedade IAC 862480 em relação à RB 835453 ( $P < 0,01$ ). Em relação à variedade IAC 862480, o nível de 1,0% de cal causou queda na DIVFDA ( $P < 0,01$ ). O nível de 0,5% de cal proporcionou DIVFDA semelhante ao nível zero ( $P > 0,05$ ).

Do ponto de vista das técnicas, apenas no nível de 1,0% verificou-se aumento na DIVFDA favorável à silagem de cana ( $P < 0,01$ ). Antagonicamente, o nível de 1,0% causou queda na DIVFDA, considerando-se a cana *in natura*. Ressalta-se que, na cana *in natura*, a DIVFDA não foi influenciada significativamente pelo nível de 0,5% de cal, enquanto que na silagem não houve ( $P < 0,05$ ) efeito da cal na DIVFDA.

Em relação à DIVL, apresentada na Tabela 6, ocorreu interação entre os níveis de cal com as técnicas

utilizadas. Apenas no nível de 1,0% de cal houve aumento na DIVL em favor da silagem de cana ( $P < 0,01$ ). Considerando-se o efeito dos níveis de cal na cana *in natura*, notou-se que 0,5% de cal possibilitou aumento na DIVL, cujo aumento percentual foi de 52,82 em favor da hidrólise com 0,5% de cal em relação ao nível zero (Tabela 6). No caso da silagem, o nível de 1,0% de cal foi mais interessante, uma vez que causou aumento de 10,21% na DIVL ( $P < 0,01$ ). Este fato é condizente com os resultados obtidos por COAN et al. (2002), uma vez que o processo fermentativo causou aumento nos teores das fibras em detergente neutro e ácido e também da lignina. Portanto, em decorrência da maior disponibilização como resultado da hidrólise, haveria maior digestibilidade de tais frações.

**TABELA 6.** Desdobramento dos níveis de cal e técnicas sobre a DIVL da cana-de-açúcar.

Técnicas (T)	Níveis (N) de cal, %			Teste F
	zero	0,5	1,0	
Cana <i>in natura</i>	15,60 Ab	23,84 Aa	14,13 Ab	4,95 *
Silagem de cana	22,09 Ab	18,99 Ab	34,70 Ba	12,53 **
Teste F	3,81 NS	2,12 NS	38,31 **	

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey.  $DMS_N =$  Diferença mínima significativa = 6,86. /  $DMS_T =$  8,29. / NS = não significativo. / \* ( $P < 0,05$ ). / \*\* ( $P < 0,01$ ).

## CONCLUSÕES

A variedade de cana-de-açúcar IAC 862480 foi mais digestível que a RB 835453.

A hidrólise da cana-de-açúcar com a cal processada influenciou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e da lignina.

De modo geral, a hidrólise da cana-de-açúcar com o nível de 0,5% de cal processada mostrou-se mais interessante do ponto de vista da digestibilidade dos nutrientes estudados.

No caso da silagem de cana-de-açúcar, o

nível de 1,0% mostrou-se mais eficiente em melhorar a digestibilidade.

Na cana-de-açúcar *in natura* a hidrólise com 0,5% de cal foi suficiente e mais eficiente em melhorar a digestibilidade dos nutrientes estudados.

## AGRADECIMENTO

À Hidrocana, por viabilizar a implantação do experimento.

À Itaú Calcário Ltda., pela ajuda financeira e pela doação da cal micropulverizada utilizada na hidrólise da cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R.; SHIMADA. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane fresh and ensiled with and without NaOH. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, p. 323-331, 1989.
- 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 Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1265-1268, 2001.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3 ed. Jaboticabal: Funep, 1995.
- BERNARDES, T. F.; SILVEIRA, R. N.; COAN, R. M.; REIS, R.; MOREIRA, A. L.; ITURRINO, R. P. S. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002 (CD ROM).
- CASTRILLÓN, M. V.; SHIMADA, A. S.; CALDERON, F. M. Manipulación de la fermentación em ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuária en México**, v. 35, p. 48-55, 1978.
- COAN, R. M.; SILVEIRA, R. N.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MORENO, T. T. B.; MOREIRA, A. L. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002 (CD ROM).
- CHRISTÓFARO, A. G. G. **Controle de qualidade**. São José da Lapa, MG: Itaú, 2001. 1 p.
- FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 85.
- JACKSON, M. G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.
- KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J. T. **Upgrading residues and products for animals**. Ed. CRC Press, 1980. p. 40-60.
- LANDELL, M. G. A. ; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A. A variedade IAC 862480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Boletim Técnico IAC**, Série Tecnológica APTA, 193, 2002. 36 p.
- MARAIS, J. P. Use of markers. In: D'MELLO, J. P. F. (Ed.) **Farm animal metabolism and nutrition: critical reviews**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 255-277.
- OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Funep, 1999. 128 p.
- OLIVEIRA, M. D. S.; QUEIROZ, M. A. A.; CALDEIRÃO, E.; BETT, V.; RIBEIRO, G. M. Efeito da hidrólise com NaOH sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Ars Veterinária**, v. 18, n. 2, p. 167-173, 2002.
- PIRES, A. J. V.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) cru e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

- REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1994. p. 89-104
- RODRIGUES, A. A.; ESTEVES, S. N. **Cana-de-açúcar e uréia para alimentação de bovinos na época da seca**. São Carlos: Embrapa-UEPAE, 1992. 30 p. (Circular Técnica, 6)
- RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R.; LANDELL, M. G. A. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1.111-1.112.
- SILVA, V. M.; PEREIRA, V. L. A.; LIMA, G. S. **Produção, conservação e utilização de alimentos para caprinos e ovinos**. Disponível em <<http://www.w.ipa.br/outr/capr/teproag>> Acesso em: 25 fev. 2004.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. A. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Ed. UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.
- SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; REIS, R. A.; PIRES, A. J. V.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- SUNDSTOL, J.; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed**. Amsterdam: Elsevier Press, 1984. 604 p.
- THIAGO, L. R. L. S.; GILL, M. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1993. 65 p. (Documentos, 43).
- THIAGO, L. R. L.; VIEIRA, J. M. Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca. **Comunicado Técnico nº 73**: Embrapa Gado de Corte, dez. 2002.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Comstock Publishing Associates – Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 9, p. 1-15, 1991.

---

Protocolado em: 2 jun. 2006. Aceito em: 31 out. 2006.