

## EFEITO DA HIDRÓLISE COM CAL VIRGEM SOBRE A COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA CANA-DE-AÇUCAR

Mauro Dal Secco de Oliveira<sup>1</sup>, José Carlos Barbosa<sup>2</sup>,  
Diego Azevedo Mota<sup>3</sup>, Antônio Tadeu de Andrade<sup>4</sup>

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar a composição bromatológica de duas variedades de cana-de-açúcar (IAC 862480 e RB 835453), hidrolisadas com três níveis de cal virgem (zero; 0,5 e 1,0%), e dois procedimentos (cana *in natura* e silagem). As diferentes quantidades de cal foram aplicadas à cana fresca picada, a qual posteriormente ensilou-se durante 60 dias. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2 (duas variedades x três níveis de cal x dois procedimentos) com 3 repetições. O tratamento com cal não influenciou os teores de extrato etéreo, celulose e de nutrientes digestíveis totais da cana-de-açúcar ( $P < 0,05$ ). Os teores fibra em detergente neutro e de hemicelulose diminuíram em função das quantidades crescentes de cal ( $P < 0,01$ ). As adições de 0,5 e 1,0% de cal virgem (óxido de cálcio) elevaram os valores de pH e foram eficientes em reduzir a fração fibrosa da cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** fibra em detergente neutro, óxido de cálcio, volumoso, *Saccharum officinarum* L.

### INTRODUÇÃO

O fornecimento de cana-de-açúcar como volumoso no período de estiagem é uma das práticas mais utilizadas em nosso meio, tendo em vista a alta disponibilidade desta forragem neste período crítico. Entre todas as gramíneas tropicais,

a cana-de-açúcar detém o maior potencial de produção de matéria seca e energia, atingindo em um único corte, produções entre 15 e 20 toneladas (t) de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, em comparação com o milho, sorgo e mandioca que produzem cerca de 8t de NDT/ha (LIMA; MATTOS, 1993).

Pedroso (2003) constatou que o valor nutritivo da cana-de-açúcar, quando ensilada sofre depreciação com o processo de fermentação, resultando em produtos de baixa qualidade. Portanto, as viabilidades de suas utilizações requerem desenvolvimentos de métodos de tratamentos que promovam o rompimento da estrutura da fração fibrosa, para torná-la mais digestível.

O tratamento da cana-de-açúcar com cal virgem (CaO) ou hidratada (Ca(OH)<sub>2</sub>), seria uma alternativa interessante para o produtor. De modo geral, quanto menores os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) nessa forragem, maior será aproveitamento pelos microrganismos ruminais. Oliveira (1999) destacou a necessidade de se basear em alguns critérios para fins de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos, tais como: teor de FDN d" 52%; FDN/Brix (sólidos solúveis) d" 2,7 e porcentagem de colmos e" 80%.

O termo hidrólise, em forragens refere-se à quebra da estrutura da fibra, o que sugere a solubilização de componentes que, por consequência, aumenta a digestibilidade do alimento como um todo, aumenta o consumo e melhora o desempenho animal. Alguns agentes alcalizantes têm sido usados para melhorar a digestibilidade de alimentos fibrosos. Oliveira et al. (2002) elucidaram

<sup>1</sup> Zootecnista. Professor Adjunto. Dept. Zootecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal-SP. Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, CEP 14994-800 Jaboticabal-SP. e-mail: mauro@fcav.unesp.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Professor Titular do Dept. de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal-SP.

<sup>3</sup> Pós-graduando da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal-SP.

<sup>4</sup> Zootecnista. Professor Doutor. Dept. Zootecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Jaboticabal-SP.

que agentes alcalinizantes como o hidróxido de sódio (NaOH), hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), 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 o bagaço de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2004), pois estes agentes atuam solubilizando parcialmente a fração fibrosa da parede celular.

De acordo com Klopfenstein (1980) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da fibra, provavelmente devido às quebras das ligações entre as frações de celulose e hemicelulose, tornando-as mais "disponíveis" para os microrganismos ruminais.

O uso do óxido de cálcio (CaO), ou cal virgem, para tratamento hidrolítico de forragens tem por base a formação de hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), um agente alcalino com moderado poder de hidrólise da fibra (BERGER et al., 1994). Embora esta ação hidrolítica possa ocorrer, ela é menos intensa que a experimentada usando bases fortes, como os hidróxidos de sódio (NaOH) ou de potássio (KOH).

Ressalta-se que a ação hidrolisante dos diferentes agentes alcalinos no sentido de reduzir os teores de FDN e de FDA de cana-de-açúcar estará proporcionando melhoria no consumo e na digestibilidade da mesma, com possivelmente, melhoria no desempenho animal. 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, uma vez que a lignina está quimicamente ligada aos mesmos (VAN SOEST, 1994). Outro aspecto é que a lignina é de baixa ou nula digestibilidade (MARAIS, 2000). Fato esse relacionado com a função física da lignina como substância que favorece a rigidez parietal, bem como as características de suas ligações químicas com os polissacarídeos estruturais, também conhecida como fração lignocelulósica, à inibição da atividade enzimática ou mesmo a inter-relação de todos estes fatores (FERREIRA, 1994). Costa; Franco (1998) relataram que a hidrólise da cana-de-açúcar com agente alcalinizante (hidróxido de sódio), além de melhorar a di-

gestibilidade, aumenta o consumo da mesma pelos animais. Estes autores observaram que os bovinos ingeriram 50% a mais de cana-de-açúcar hidrolisada em relação à silagem de milho. Ressaltaram ainda, que o fato da cana hidrolisada ser melhor aproveitada, proporciona redução na quantidade de concentrado. Numa dieta à base de silagem de milho, poderá ocorrer uma economia de 10 a 20% por meio do uso da cana hidrolisada.

Atualmente a maioria dos trabalhos encontrados na literatura com cana-de-açúcar hidrolisada não mostram as composições químicas das cales, quer sejam hidratadas ou virgens, quanto da forma de aplicação. Este aspecto dificulta a comparação ou mesmo a elucidação dos resultados, uma vez que 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.

Sendo assim, o presente estudo objetiva-se determinar a composição químico-bromatológica de duas variedades de cana-de-açúcar (IAC86 2480 e RB83 5453) *in natura* e ensiladas, submetidas aos tratamentos com zero; 0,5 e 1,0% de cal virgem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Leite da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal-SP. As variedades estudadas foram IAC 862480 e a RB 835453 (1º corte e com 12 meses de crescimento). A cal virgem (CaO) micropulverizada apresentou a seguinte composição química: MgO = 0,4%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,3%; SiO<sub>2</sub> = 1,4%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,2%; CaO disponível = 87,3%; CO<sub>2</sub> = 1,5 %; S = 0,07%. Ambas as variedades de cana-de-açúcar foram picadas em picadeira tipo estacionária possibilitando partículas no máximo de 3,0 cm. Mantendo-se as proporções confeccionou-se amontoados de 15 kg, aos quais foi adicionada solução de cal nas proporções de 0,5 e 1 kg: 2 litros de água: 100 kg de cana picada. Distribuiu-se a solução de cal sobre uma camada de 12 cm de altura de cana previamente espalhada sobre um piso cimentado de um galpão coberto, sendo cuidadosamente homogeneizado. 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 3 horas.

Em relação aos tratamentos constituídos pela silagem, a cana hidrolisada com a solução de

cal foi imediatamente ensilada, permanecendo durante 60 dias, em silos experimentais constituídos de tubos de polietileno, medindo 50 cm de comprimento por 10 cm de diâmetro, equipados com válvula para eliminação de gases. Obteve-se amostras da cana *in natura* e da silagem, hidrolisadas ou não, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em congelador a -20° C, para posteriormente serem analisadas. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), celulose (CEL), lignina (LIG) foram analisadas segundo Silva; Queiroz (2002) e as análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM), (VAN SOEST, 1994) segundo as referências. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme Mcdowell et al. (1974).

Realizou-se a análise da variância por meio do delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x2 (duas variedades de cana-de-açúcar = IAC 862480 e RB 835453 x três níveis de cal = zero; 0,5 e 1,0% x dois procedimentos = *in natura* e silagem) com 3 repetições. Comparou-se as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey (BANZATTO; KRONKA, 1992), utilizando-se o programa estatístico ESTAT (Sistema para análise estatística, versão 2.0, Departamento de Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 podem ser observados os dados de pH e composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos.

Não houve interações ( $P > 0,05$ ) para os teores de proteína bruta (PB), celulose (CEL) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em relação aos fatores estudados (níveis, variedades e procedimentos).

O teor de PB diminuiu quando a cana foi submetida à hidrólise ( $P < 0,01$ ). Possivelmente a cal promoveu alteração na estrutura da proteína, que está presente no conteúdo da bainha parenquimática dos feixes vasculares das plantas *C4* que contém alto teor de carboidratos estruturais, que podem estar associados à lignina (SILVA et al., 2006).

A variedade IAC 862480 apresentou teor protéico maior (média de 2,93% na MS) em relação à variedade RB 835453 (média de 2,08% na MS). Verificou-se que a silagem apresentou teor protéico inferior em relação à cana *in natura* ( $P < 0,05$ ).

Azevedo et al (2003) avaliaram três variedades de cana-de-açúcar, e destacaram a pouca contribuição dos teores de PB da cana na formulação de rações a base deste volumoso. Os compostos nitrogenados estão poucos presentes na cana-de-açúcar e são representados principalmente por aminoácidos (WIGGENS, 1949). Segundo Lovadini (1971), a escolha de variedades de cana-de-açúcar pelo maior teor de PB não seria indicada, pois, notou-se correlação positiva entre os teores de PB e fibra. Atualmente existem programas de melhoramento da cana-de-açúcar que visam o lançamento de variedades que atendam as necessidades das indústrias de açúcar e álcool, porém são poucas as investigações científicas que visam o desenvolvimento de variedades de cana mais adequadas a alimentação animal. Conforme Landell et al. (2002), a variedade IAC 862480 apresenta-se como uma boa opção para uso na alimentação animal, face à sua composição químico-bromatológica.

Apesar da queda nos teores de celulose (CEL) à medida que a cana foi hidrolisada com níveis maiores de cal, notou-se semelhança nas médias obtidas ( $P > 0,05$ ). Verificou-se que a variedade IAC 862480 apresentou menor teor de CEL ( $P < 0,05$ ) em relação à variedade RB 835453. No caso da silagem, a média de CEL (31,77%) foi superior ( $P < 0,01$ ) comparativamente à média obtida na cana *in natura* (25,06% na MS).

Notou-se pouca variação nos teores de NDT ( $P > 0,05$ ) tanto em relação aos níveis de cal como nas variedades. Todavia, verificou-se que na silagem a média de NDT foi significativamente inferior ( $P < 0,01$ ). Houve queda de 4,56% no teor de NDT da silagem em relação à cana *in natura*.

Segundo Valvasori et al (1995), um dos inconvenientes da ensilagem da cana é seu alto conteúdo de açúcares solúveis, que resulta em rápida proliferação de leveduras e com produção de etanol e gás carbônico. Essa intensa atividade provoca redução de até 44% no teor de carboidratos solúveis e aumento no teor de componentes da parede celular e nas perdas de matéria seca (ALLI et al., 1983).

Verificou-se que na cana-de-açúcar *in natura*, a hidrólise aumentou significativamente ( $P < 0,01$ ) o pH (Tabela 2). De tal forma que houve superioridade na média de pH da cana hidrolisada com 5% de cal de 88,98% em relação a cana não hidrolisada. No caso da silagem, o aumento na média de pH ocorreu apenas no nível de 1% de cal ( $P < 0,05$ ). Na silagem sem e com 1% de cal as médias de pH foram 3,47 e 4,22%, respectivamente.

Considerando-se a cana *in natura* e a

silagem no nível de zero de cal, notou-se que o pH foi de 5,63 e 3,47 respectivamente, portanto mais ácida no caso da silagem. O aumento do pH devido a hidrólise com a cal é fator preponderante para que ocorra a alcalinização da fração fibrosa da cana-de-açúcar, além de proporcionar várias alterações nos demais nutrientes.

Observou-se que o teor de matéria seca (MS) foi influenciado pela variedade, procedimentos e pela hidrólise com a cal (Tabela 1). De modo geral, a variedade IAC 862480 apresentou menor teor de MS em todos os níveis de cal estudados. Todavia, considerando-se a variedade RB 835453 notou-se que o teor de MS manteve-se inalterado ( $P < 0,05$ ) em função da hidrólise com a cal. Na variedade IAC 862480, no nível de 1% de cal, houve aumento de 8,69%.

Em relação aos procedimentos (Tabela 2), verificou-se que a silagem apresentou menor teor de MS em todos os níveis de cal estudados ( $P < 0,05$ ), porém considerando-se apenas a cana *in natura*, no nível de 0,5% de cal, houve superioridade no teor de MS de 3,91% em relação ao

nível zero ( $P < 0,05$ ). O teor de MS foi semelhante nos níveis de zero e 0,5% cujas médias foram de 22,94 e 23,02%, respectivamente. Apesar do aumento de 0,34% no teor de MS da silagem hidrolisada com 1% de cal ( $P < 0,05$ ) a diferença é considerada pequena.

Houve influência tanto da variedade quanto dos procedimentos em relação aos teores de matéria orgânica (MO) da cana-de-açúcar (Tabela 2). Considerando-se a técnica, na cana *in natura*, notou-se que nos níveis de 0,5 e 1% de cal, os teores de MO foram diferentes estatisticamente em relação ao nível zero. De tal forma que houve reduções de 1,11 e 3,50% no teor de MO na mesma ordem ( $P < 0,01$ ). Isto ocorreu devido a maior quantidade de cal aplicada sobre a cana, ou seja, houve reduções nos teores de MO de 2,88 e 5,89%, respectivamente, na cana hidrolisada com 0,5% de cal em relação a zero% ( $P < 0,01$ ). Deve-se salientar que a redução significativa nos teores de MO, foi devido ao aumento no teor de matéria mineral (MM), face à adição da cal (óxido de cálcio) utilizada na hidrólise.

Tabela 1. Valores de pH e composição bromatológica da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos, Jaboticabal-SP, 2005.

(N)	pH	MS, %	MO	PB	EE	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG	NDT
0	4,55a	25,14b	96,47a	2,68a	0,55a	60,88a	34,99a	25,40a	31,28a	6,61b	55,68a
0,5	7,23b	25,72ab	94,53b	2,37b	0,50a	56,36b	33,97a	22,49b	27,03a	6,65b	62,12a
1,0	7,82c	25,97a	91,94c	2,46b	0,50a	53,48	34,12a	18,80c	26,93a	7,29a	63,79a
Teste F	171,12**	5,06*	795,49**	11,35**	1,54ns	100,29**	2,66ns	273,86**	2,96ns	8,25**	2,35ns
(V)											
RB835453	6,50a	27,83a	94,36a	2,08a	0,53a	57,48a	35,95a	21,25a	30,38a	7,47a	62,30a
IAC862480	6,57a	23,39b	94,27a	2,93b	0,50a	56,33b	32,76b	23,21b	26,44b	6,23b	58,76a
Teste F	0,20ns	419,48**	0,84ns	247,84**	0,99ns	7,19*	67,41**	71,55**	5,59*	65,85**	1,19ns
(P)											
<i>In natura</i>	9,23a	27,89a	95,03a	2,57a	0,49a	51,31a	30,56a	20,34a	25,06b	5,86a	66,18a
Silagem	3,83b	23,33b	93,59b	2,44b	0,54a	62,50b	38,15b	24,12b	31,77a	7,83b	54,89b
Teste F	1228,78**	441,78**	240,81**	6,63*	2,81 ns	675,97**	382,12**	267,49**	16,24**	166,80**	12,23**
F Interação											
N x V	1,00ns	11,73*	25,44**	1,07ns	3,29ns	18,71**	19,77**	10,02**	0,41ns	6,58**	1,63ns
N x P	111,36**	4,07*	54,92**	1,93ns	2,45ns	6,00**	27,95**	18,90**	1,13ns	15,62**	0,13ns
V x P	3,96ns	18,92**	35,90**	1,71ns	4,41*	0,01ns	0,00ns	8,32**	1,88ns	5,26*	1,02ns
N x V x P	2,00ns	0,09ns	18,51**	2,57ns	1,03ns	3,24ns	12,39**	16,36**	0,67ns	11,89**	0,43ns

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. Ns=não significativo. \* ( $P < 0,05$ ). \*\*( $P < 0,01$ ). (N) = Níveis; (V) = Variedades; (P) = Procedimentos

MS= Matéria Seca; MO=Matéria Orgânica; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente Ácido; HEM= Hemicelulose; CEL= Celulose; LIG= Lignina; NDT= Nutrientes Digestíveis Totais.

Tabela 2. Desdobramento da interação de níveis de cal e procedimentos sobre os valores de pH e das interações de níveis de cal com variedades e procedimentos sobre os teores de matéria seca (MS) e de matéria orgânica (MO) da cana-de-açúcar, Jaboticabal-SP, 2005.

Procedimentos	0	0,5	1,0	F
	PH			
<i>In natura</i>	5,63aC	10,64aB	11,43aA	278,55**
Silagem	3,47bB	3,81bAB	4,22bA	3,93*
F	65,31**	655,10**	731,09**	
MS				
Variedades				
RB 835453	27,76aA	28,29aA	27,45aA	2,56ns
IAC 862480	22,53bB	23,14bB	24,49bA	14,23**
F	193,56**	187,43**	61,96**	
Procedimentos				
<i>In natura</i>	27,34aB	28,41aA	27,92aAB	4,05*
Silagem	22,94bB	23,02bB	24,02bA	5,08*
F	136,80**	205,57**	107,56**	
MO				
Variedades				
RB 835453	96,45aA	94,20aB	92,41aC	315,04**
IAC 862480	96,48aA	94,87bB	91,46bC	505,89**
F	0,04ns	16,84**	34,84**	
Procedimentos				
<i>In natura</i>	96,52aA	95,44aB	93,14aC	228,96**
Silagem	96,41aA	93,63bB	90,73bC	621,45**
F	0,46ns	125,81**	224,38**	

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

No nível de 0,5% de cal a cana da variedade IAC 862480 apresentou maior teor de MO ( $P < 0,01$ ), cuja diferença foi de 0,67 unidades percentuais. Considerando-se a variedade RB 835453 houve aumento no teor de MO de 0,95 unidades percentuais ( $P < 0,01$ ) em relação ao nível zero de cal (Tabela 2).

Notou-se (Tabela 3) interação entre os níveis de cal com variedades e procedimentos sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG).

A redução na FDN observada no presente estudo resultou da solubilização parcial dos constituintes da parede celular, pois o efeito dos produtos alcalinos normalmente ocorre pela solubilização parcial da hemicelulose e pela expansão da celulose, o que facilita o ataque dos microrganismos do rúmen à parede celular (JACKSON, 1977). Na variedade RB 835453, as médias de FDN nos níveis de 0,5 e 1% de cal foram semelhantes ( $P > 0,05$ ), no entanto, houve redução de 4,08% no teor de FDN da cana hidrolisada com 0,5% de cal em

relação ao nível zero ( $P < 0,01$ ). Na variedade IAC 862480 à medida que aumentou o nível de cal, houve queda no teor de FDN da cana. Neste sentido, notaram-se reduções de 10,65 e 17,04% no teor de FDN quando a cana foi hidrolisada com 0,5 e 1% de cal, respectivamente ( $P < 0,01$ ).

Considerando-se a cana *in natura*, independente da variedade, as reduções no teor de FDN foram de 9,61 e 16,42%, respectivamente em relação ao nível zero de cal ( $P < 0,01$ ). Na silagem de cana, em todos os níveis de cal, o teor de FDN foi maior que na cana *in natura* ( $P < 0,01$ ). Este efeito foi notado por Sundstol; Owen (1984) e Van Soest (1994) quando hidrolisaram a cana com produtos alcalinos em diferentes resíduos agroindústrias.

Comparando-se as variedades, no nível de 0,5% de cal, a IAC 862480 apresentou menor teor de FDN ( $P < 0,05$ ), ou seja, médias de 55,45% em relação a 57,27% na RB 835453 (Tabela 3). Tanto na cana *in natura* quanto na silagem, os teores de FDN, foram reduzidos à medida que aumentou o nível de cal ( $P < 0,01$ ). No nível 0,5% de cal a silagem apresentou teor de FDN maior (média de

61,93%) em relação à cana *in natura* (média de 50,79%). Portanto, na cana hidrolisada com 0,5% de cal o teor de FDN foi d" 52%. Fato interessante pois, conforme Oliveira (1999) variedades de cana

com menores teores de FDN são desejáveis pois além de não limitar a capacidade de ingestão pelos animais, não limita o consumo de energia e conseqüentemente o desempenho dos mesmos.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os níveis de cal com variedades e procedimentos sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) da cana-de-açúcar, Jaboticabal-SP, 2005.

Variedades	Níveis de cal			
	0	0,5	1,0	F
FDN				
RB 835453	59,71aA	57,27aB	55,47aB	16,23**
IAC 862480	62,06bA	55,45bB	51,48bC	102,77**
F	9,93**	5,94*	28,74**	
Procedimentos				
<i>In natura</i>	56,19aA	50,79aB	46,96aC	77,42**
Silagem	65,57bA	61,93bB	60,00bC	28,87**
F	158,58**	223,36**	306,04**	
HEM				
RB 835453	23,74aA	22,08aB	17,94aC	111,44**
IAC 862480	27,07bA	22,90aB	19,65bC	172,45**
F	69,07**	4,24*	18,32**	
Procedimentos				
<i>In natura</i>	23,84aA	19,61aB	17,56aC	128,01**
Silagem	26,96bA	25,36bB	20,03bC	164,75**
F	60,84**	206,56**	37,88**	
FDA				
RB 835453	35,26aB	35,25aB	37,34aA	6,37**
IAC 862480	34,71aA	32,68bB	30,90bC	16,06**
F	0,67ns	14,63**	91,64**	
Procedimentos				
<i>In natura</i>	32,37aA	31,04aA	28,28aB	19,23*
Silagem	37,60bB	36,90bB	39,96bA	11,38**
F	60,59**	75,79**	301,63**	
LIG				
RB 835453	6,87aB	7,30aB	8,23aA	13,72**
IAC 862480	6,34aA	6,00bA	6,35bA	1,11ns
F	4,02ns	24,27**	50,72**	
Procedimentos				
<i>In natura</i>	5,94aA	5,95aA	5,70aA	0,58ns
Silagem	7,27bB	7,36bB	8,87bA	23,29**
F	25,21**	28,41**	144,42**	

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

Houve influência da hidrólise com a cal sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA) da cana-de-açúcar. No caso da variedade RB 835453, notou-se semelhança nas médias de FDA em relação aos níveis zero e 0,5% ( $P < 0,05$ ), porém na variedade IAC 862480 observou-se redução de 5,84%, quando a cana foi hidrolisada com 0,5%

de cal ( $P < 0,01$ ) e de 10,97% no nível de 1% de cal ( $P < 0,01$ ). De modo geral, a variedade IAC 862480 apresentou menores teores de FDA ( $P < 0,01$ ). No nível de 0,5% de cal a diferença percentual na média da FDA foi de 5,86 o que representou um aumento de 18,87% no teor de FDA na silagem ( $P < 0,01$ ). A redução nos teores de FDN da cana é

mais um aspecto positivo quando se pretende utilizar a cana hidrolisada como volumoso na alimentação de bovinos. Este fato está diretamente relacionado com a melhoria na digestibilidade da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2002; PIRES et al., 2004; SILVA et al., 2004).

Em relação a hemicelulose (HEM), ambas as variedades (Tabela 3), à medida que aumentou o nível de cal, houve redução no teor de HEM da cana-de-açúcar ( $P < 0,01$ ). Segundo Jackson (1977) e Klopfeinstein (1980) a hidrólise de forrageiras com agentes alcalinizantes (por exemplo: hidróxido de cálcio) causa solubilização parcial da hemicelulose aumentando desta forma a digestão e consequentemente o aproveitamento das mesmas. Na variedade IAC 862480, o efeito foi maior, sendo que houve queda no teor de HEM de 15,40% na cana hidrolisada no nível de 0,5% em relação ao nível zero de cal ( $P < 0,01$ ). No entanto, comparando-se as variedades, ambas no nível de 0,5% de cal apresentaram teores semelhantes de HEM, ou seja, 22,08 e 22,90% ( $P > 0,05$ ). Da mesma forma que ocorreu nas variedades, na cana *in natura* e na silagem (Tabela 6), houve redução no teor de HEM à medida que aumentou o nível de cal. Houve

queda nos teores de HEM de 17,74 e 26,34% na cana *in natura* e de 5,93 e 25,70% na silagem em relação ao nível zero de cal, na mesma ordem ( $P < 0,01$ ). A silagem de cana-de-açúcar em todos os níveis de cal apresentou teores maiores de HEM em relação à cana *in natura* ( $P < 0,01$ ).

Se por um lado o efeito da hidrólise foi bem evidente, provocando alterações nos teores de HEM, o mesmo não ocorreu em relação à lignina (LIG).

Nas variedades RB 835453 e IAC 862480 os teores de LIG foram semelhantes (Tabela 3) nos níveis de zero e 0,5% de cal ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, o teor de LIG na variedade IAC 862480 foi menor ( $P > 0,05$ ) no nível zero e no nível de 1% de cal ( $P < 0,05$ ) em relação à variedade RB 835453.

Verificou-se que em relação aos níveis de cal a hidrólise não influenciou sobre os teores de LIG, o que concorda com Klopfeinstein (1980), uma vez que sobre a LIG, normalmente não ocorre efeito químico da cal.

Na Tabela 4 é apresentado o desdobramento da interação de variedades e procedimentos sobre os teores de MS, MO, EE, LIG e HEM da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos.

Tabela 4. Desdobramento da interação de variedades e procedimentos sobre os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), lignina (LIG) e hemicelulose (HEM) da cana-de-açúcar, Jaboticabal-SP, 2005.

Procedimento	RB 835453	IAC 862480	F
MS			
<i>In natura</i>	30,59aA	25,20aB	308,30**
Silagem	25,08bA	21,58bB	130,10**
F	321,78**	138,92**	
MO			
<i>In natura</i>	94,80aA	95,27aB	12,86**
Silagem	93,91bA	93,27bB	23,88**
F	45,37**	231,35**	
EE			
<i>In natura</i>	0,48aA	0,50aA	0,60ns
Silagem	0,58bA	0,51aB	4,80*
F	7,14*	0,09ns	
LIG			
<i>In natura</i>	6,31aA	5,42aB	16,93**
Silagem	8,63bA	7,04Bb	54,17**
F	115,67**	56,40**	
HEM			
<i>In natura</i>	19,70aA	20,98aB	15,53**
Silagem	22,81bA	25,43bB	64,34**
F	90,71**	185,10**	

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

Considerando-se a relação entre as variedades e procedimentos (Tabela 4), verificou-se que o teor de MS da silagem foi sempre menor em relação à cana *in natura*, independente da variedade. Notou-se que houve redução nos teores de MS de 18,01 e 14,36% nas variedades RB 835453 e IAC 862480 quando mantidas *in natura* ou na forma de silagem, respectivamente.

Na cana-de-açúcar *in natura* a variedade IAC 862480 apresentou maior quantidade de MO ( $P < 0,01$ ). Notou-se que a MO aumentou 0,49%, em relação à variedade RB 835453 ( $P < 0,01$ ). Em ambas as variedades a silagem apresentou menores teores de MO ( $P < 0,01$ ). De tal forma que se observou redução na MO de 0,93 e 2,09% nas variedades RB 835453 e IAC 862480, respectivamente.

Em relação às médias de EE, na cana *in natura*, (Tabela 4) as variedades apresentaram resultados semelhantes ( $P < 0,05$ ), porém na silagem da variedade RB 835453 houve maior teor de EE ( $P < 0,05$ ). Por outro lado, o valor obtido de EE foi maior na silagem do que na cana *in natura*, considerando-se a variedade RB 835453 ( $P < 0,05$ ). Na variedade IAC 862480, as médias de EE foram semelhantes ( $P < 0,05$ ), porém as variações foram pequenas.

Na silagem de cana ocorreram médias maiores ( $P < 0,01$ ) de LIG, em relação à cana *in natura*, assim como a variedade RB 835453 foi mais lignificada que a IAC 862480, tanto na silagem quanto na cana *in natura* ( $P < 0,01$ ). Em relação à silagem, devido ao tipo de fermentação alcoólica, ocorre perda de MS, aumento no teor de FDN e de LIG, o que prejudica a qualidade da mesma (PEDROSO, 2003).

## CONCLUSÕES

- A cal virgem (CaO) utilizada na hidrólise da cana-de-açúcar foi eficiente em reduzir os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose;
- a variedade IAC 862480 apresentou menor fração fibrosa;
- a silagem mostrou pior composição em relação à cana *in natura*.

## Effect of virgin lime hydrolysis on bromatologic composition of sugarcane

### ABSTRACT

The objective of this work was to determine the

bromatologic composition of two varieties of sugarcane (IAC 862480 and RB 835453) hydrolyzed with three levels of virgin lime (zero; 0.5 and 1.0%), applied with two proceedings (sugarcane *in natura* and silage). The lime levels had been applied in the fresh chopped sugarcane, which, later was ensiled during 60 days. The treatments with three replications in 2x3x2 (two varieties x three levels of lime x two techniques) scheme factorial design were applied. The virgin lime levels did not influence the values of neutral detergent fiber (NDF) cellulose and total digestible nutrients of the sugarcane ( $P < 0.05$ ). The CF, NDF and hemicellulose levels were decrease in function of crescents lime levels ( $P < 0.01$ ). The additions of 0.5 and 1.0% of virgin lime (calcium of oxide) elevated the values of pH and they were efficient in decrease the fibrous fraction in fresh chopped sugarcane.

**Keywords:** neutral detergent fiber, calcium oxide, roughage, *Saccharum Officinarum L.*

## REFERÊNCIAS

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

AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. de; CARNEIRO, P.C.S.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F.P. Composição Químico-Bromatológica, Fracionamento de Carboidratos e Cinética da Degradação *in vitro* da Fibra de Três Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 2 ed. Jaboticabal:FUNEP, 1992. 247p.

BERGER, L.L.; FAHEY Jr.; G.C.; BOURQUIM, L.O. **Modification of forage quality after harvest**. In: FAHEY Jr., G.C. et al. (Ed.). Forage quality, evaluation e utilization. American Society of Agronomy, 1994, p.922-966.

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

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não- ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

- DE ZOOTECNIA, 31, 1994. Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 85.
- 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.
- JACKSON, M. G. Review article: the alkali treatment 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. **Série Tecnológica APTA**, Boletim Técnico IAC 193, 2002. 36p.
- 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.
- LOVADINI, L.A.C. **Efeito da maturidade da planta sobre a composição em fibra bruta, celulose, lignina e digestibilidade da celulose *in vitro* em variedades de cana-de-açúcar**. 1971. 67p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1971.
- 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.
- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, J.E.; HARRIS, L.E. **Tabelas de composição de alimentos da América Latina**. Flórida: Universidade da Flórida, 1974. 47p.
- 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 Veterinaria**, v.18, n.2, p.167-173, 2002.
- 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) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- 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-ROOM.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, C. A. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa, Imprensa Universitária. 2002. 165p.
- SILVA, V.M.; PEREIRA, V.L.A.; LIMA, G.S. Produção e Conservação utilização de alimentos para caprinos e ovinos. Disponível em: < <http://www.ipa.br/out/teproag>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2004.
- SILVA, R.A.; CACERE, E.R.; DIAS, A.C.S.; RIBEIRO, C.B.; SOUZA, A.R.D.L.; VASCONCELOS, P.C.; MORAIS, M.D.; 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.
- SUNDSTOL. J.; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed**. Amsterdam, Elsevier Press. 1984. 604p.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P. Avaliação da cana de açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Cornell University Press. Constock Publish, 1994. 476 p.
- WIGGENS, L.F. Sugar-cane wax. **Proceedings of Bristish World Industry Sugar Technology**, London, p.24-28, 1949.