



Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar

Thiago Fernandes Bernardes¹, Ricardo Andrade Reis², Gustavo Rezende Siqueira³, Telma Teresinha Berchielli², Rogério Marchiori Coan⁴

¹ Doutorando em Zootecnia, FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal - SP. Bolsista do CNPq.

² Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal - SP. Bolsista do CNPq.

³ Doutorando em Zootecnia, FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal - SP. Pesquisador Científico do Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana - Colina/SP.

⁴ Doutor em Zootecnia pela FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal - SP.

RESUMO - Neste trabalho, avaliou-se a fermentação da cana-de-açúcar queimada, ensilada com ou sem uso de aditivo seco. Os tratamentos (seis no total) consistiram da silagem de cana crua ou queimada, adicionada de 0, 50 ou 100 g/kg de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), com base no peso verde da forragem. Foram determinados os teores de MS, PB, nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina. Na avaliação das características fermentativas, foram determinados os valores de carboidratos solúveis, o poder tamponante, o pH e as concentrações de nitrogênio amoniacal e etanol. Como características microbiológicas, avaliou-se o desenvolvimento de leveduras. A inclusão de MDPS elevou os teores de MS e reduziu discretamente os teores de N-NH₃ e etanol das silagens, não ocasionando efeito nos valores de pH e na população de leveduras. A presença do fogo reduziu a concentração de MS das silagens, elevou os teores de etanol e leveduras e diminuiu os teores de N-NH₃. A fermentação etanólica durante a ensilagem não foi controlada com a inclusão de aditivo seco ou com o uso do fogo.

Palavras-chave: ensilagem, etanol, fogo, leveduras

Effect of burning and addition of dehydrated corn cob and straw on sugar cane silage

ABSTRACT- This research aimed to evaluate the effects of burning and the use of dry additive on the sugar cane silage fermentative pattern. Six treatments were tested: natural or burned sugarcane, associated to three supplementation levels: 0, 50 or 100 g/kg of dehydrated corn grain, cob, and straw (CGCS) based on forage fresh matter. The following response variables were determined in the forage: DM, CP, acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), NDF, ADF, cellulose, hemicellulose and lignin concentrations. Considering the fermentative traits, soluble carbohydrate levels, buffering capacity, pH, ammonia nitrogen and ethanol levels were measured. The CGCS inclusion increased DM concentration and slightly reduced ethanol and N-NH₃ levels in silages, but did not affect pH or yeast growth. Burning reduced DM and N-NH₃ concentration, as well as increased ethanol levels and yeast growth. Ethanol production in sugarcane silage was not controlled by using dry additive or burning.

Key Words: burning, ensiled, ethanol, yeast

Introdução

Nas últimas décadas, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tem se destacado como alimento volumoso para ruminantes, principalmente no período seco do ano, quando a cultura atinge sua maturidade e apresenta maior valor nutritivo, como consequência do acúmulo de açúcares em seus tecidos. Além disso, a estação seca coincide com a menor produtividade das pastagens na região do Brasil Central. O corte diário da cana-de-açúcar envolve, no entanto, grandes dificuldades de manejo e transporte,

demandando mão-de-obra e maquinário específico, e ainda sujeita a cultura aos riscos de incêndio acidental ou criminoso.

A silagem de cana-de-açúcar pode ser uma opção na alimentação animal, principalmente em situações em que a queima do canavial constitui um acidente. Entretanto, não são encontrados trabalhos desenvolvidos nos últimos anos utilizando a cana-de-açúcar submetida à queima e conservada na forma de silagem.

Avaliando a cana-de-açúcar cortada aos sete meses de idade, tratada com uréia e adicionada de rolão de milho,

Andrade et al. (2001) verificaram que a inclusão de aditivo seco melhorou o padrão de fermentação e o valor nutritivo das silagens. Pesquisas têm sido direcionadas à obtenção de informações sobre técnicas que modifiquem o processo fermentativo da cana durante a ensilagem, a fim de se obter fermentação láctica com pequena perda energética, em vez da fermentação alcoólica, mais freqüentemente encontrada.

A fermentação alcoólica resulta da presença de leveduras que utilizam açúcares e ácido láctico, competidoras das bactérias produtoras de ácido láctico no início do processo fermentativo. Ocorre, portanto, a produção de etanol, que não tem valor preservativo para a silagem e ainda provoca perdas de MS e energia (Woolford, 1984). A maioria dos fungos e das leveduras necessita de oxigênio para seu crescimento. Todavia, algumas espécies de leveduras se desenvolvem em condições anaeróbias, podendo manter altas populações nessas condições, em decorrência da fermentação dos açúcares (Walker, 1998). As leveduras dominam o processo fermentativo em silagens de cana-de-açúcar, em que, na maioria das vezes, não são inibidas pela redução do pH no alimento e possuem a habilidade de crescer em intervalos de 2 a 8. Essa característica possibilita aos microrganismos ocuparem diferentes nichos ambientais, quando comparados às bactérias (McDonald et al., 1991; Walker, 1998).

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as características fermentativas e químicas e a ocorrência de leveduras na cana-de-açúcar submetida ou não à queima e ensilada com diferentes proporções de milho desintegrado com palha e sabugo.

Material e Métodos

O cultivar de cana-de-açúcar utilizado foi o SP 80-339, que tem como características agrônomicas alta produtividade (114 t/ha/ano), maturação média a tardia e alto teor de sacarose. A cultura foi colhida em 19/10/2001, quando a rebrota apresentava 12 meses de desenvolvimento. A colheita foi realizada manualmente e a cana foi picada (sem a retirada da ponta e da palha) em picadora de forragem do modelo estacionário, regulada para o corte de partículas de 1 a 2 cm. Durante o processo de ensilagem, a cana-de-açúcar crua foi misturada a 0, 50 e 100 g/kg de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), com base no peso verde da cana-de-açúcar picada. Para ensilagem da cana-de-açúcar queimada, o material foi colhido, amontoado, submetido à queima, triturado e misturado com MDPS nas mesmas proporções utilizadas para ensilagem da cana crua. Os tratamentos (cana crua ou queimada adicionada de 0, 50 ou 100 g/kg de MDPS) foram avaliados em delineamento

inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, com quatro repetições.

Como silos experimentais, foram utilizados tubos de PVC, com 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro. A forragem foi compactada com auxílio de bastões de ferro, acomodando-se camadas de aproximadamente 10 cm de espessura, atingindo densidade de 650 kg m³. Após a acomodação final da forragem, os silos foram fechados com tampas de PVC, vedados com fita plástica adesiva e armazenados em local protegido, em temperatura ambiente, durante 55 dias. Posteriormente, foram abertos e todo o conteúdo foi despejado sobre um plástico, descartando-se o material que sofreu deterioração (parte superior dos silos). As amostras foram, então, coletadas para as análises químicas e microbiológicas.

No momento da ensilagem, foram coletadas amostras para determinação dos teores de carboidratos solúveis (CHOs), conforme Johnson et al. (1966), e do poder tamponante, segundo Playne & McDonald (1966).

Após o período de fermentação, foram determinados os teores de MS e PB, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002), e as concentrações de FDN, FDA e lignina, pelo método seqüencial segundo técnicas descritas por Robertson & Van Soest (1981). Os teores de celulose foram determinados utilizando-se ácido sulfúrico a 72% (Van Soest, 1994), enquanto os de hemicelulose foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e FDA. A composição em lignina foi calculada pela diferença entre FDA e celulose. A partir dos resíduos da FDA, procedeu-se à análise de nitrogênio ligado à FDA (NIDA). Como características fermentativas, foram avaliados o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃), o pH (utilizando-se potenciômetro), conforme descrito por Silva & Queiroz (2002) e o teor de etanol, por meio de cromatografia gasosa.

A contagem total de leveduras foi realizada conforme metodologia descrita por Kurtman & Fell (1998), efetuando-se o preparo das amostras para as análises microbiológicas com diluição prévia de 25 g de silagem (sem ser processada - matéria úmida) em 225 mL de solução salina estéril (8,5 g de NaCl/L de água destilada). Depois de agitação manual, foram retirados 10 mL do extrato para as diluições posteriores de 10⁻¹ a 10⁻⁵. A partir desse extrato diluído, distribuiu-se o meio inoculado (0,1 mL) em placas de Petri com Ágar batata (Difco). As culturas foram incubadas em aerobiose a 28°C por 72 horas para a contagem das colônias com o auxílio de lupa.

Os dados foram analisados por meio do programa de análise estatística ESTAT. Primeiramente, realizou-se o teste F para identificação da significância dos tratamentos e da interação. Como a adição de MDPS constitui-se uma

variável quantitativa, foi realizada análise de regressão. No entanto, para as variáveis que não apresentaram equações significativas ou que tiveram coeficiente de determinação (R^2) baixo e para as médias do fator queima, procedeu-se ao teste Tukey ($P < 0,05$) de comparação de médias.

Resultados e Discussão

O aditivo utilizado apresentou elevados teores de MS, NIDA, FDN e hemicelulose e baixos valores de PB, FDA e celulose (Tabela 1). O teor de FDN encontrado no MDPS (725 g/kg) foi superior e o de PB inferior (36,9 g/kg) aos constatados por Valadares Filho et al. (2006), de 318 e 77,1 g/kg, respectivamente. Este resultado pode ser atribuído às variações entre as proporções de milho, sabugo e grãos dos diferentes cultivares de milho utilizados ou aos diferentes métodos de colheita do milho, que propiciam grande variação na quantidade de palha presente na espiga. Essa possível maior quantidade de palha pode ter sido a causa do elevado teor de FDN e do baixo teor de PB. O teor de MS aumentou com a adição do MDPS (Tabela 1), tanto na cana crua como na cana queimada, como conseqüência do alto teor de MS desse aditivo. O poder tamponante aumentou e o teor de CHOs decresceu com a inclusão do aditivo. O teor de PB, assim como o de NIDA, elevou com a participação do aditivo. Entre os constituintes da parede celular, os teores de FDN e de hemicelulose aumentaram com a inclusão do aditivo. Os teores de FDA e celulose diminuíram com a adição do MDPS, tanto na cana crua como na queimada.

Observam-se na Tabela 2 as equações de regressão e seus respectivos coeficientes de determinação. À exceção da concentração de MS, não foram encontradas equações de regressão para as demais características estudadas.

Cardellino & Siewerdt (1992) apontaram ser incorreta a utilização de teste de médias para avaliação de variáveis quantitativas, todavia, este teste foi empregado em decorrência dos baixos coeficientes de determinação, que traduzem pouca confiabilidade na utilização das equações encontradas.

Os valores de MS, pH, N-NH₃ e etanol e a ocorrência de leveduras são apresentados na Tabela 3. O teor de MS das silagens foi influenciado pela adição de MDPS ($P < 0,05$), verificando-se discreto aumento conforme as quantidades de aditivo acrescentadas à forragem. A silagem de cana-de-açúcar queimada (240 para 231 g/kg) apresentou declínio na concentração de MS, o que pode estar relacionado à queima de palha, pois esse componente possui elevado teor de MS.

Os teores de MS das silagens de cana-de-açúcar crua ou queimada reduziram 21,4 e 26,0%, respectivamente, quando comparados ao da forragem antes da ensilagem. Possivelmente, os elevados teores de etanol e CO₂ produzidos durante a fermentação provocaram essa perda, pois, segundo Kung Jr. et al. (2003), o CO₂, por ser um gás, é perdido para o ambiente, carreando carbono da MS. Alli et al. (1983) estudaram a fermentação da cana-de-açúcar crua ou tratada com amônia e encontraram perdas de MS de 7,1 e 4,1%, respectivamente, ao final de 55 dias pós-ensilagem. Pedroso et al. (2005), estudando a dinâmica de fermentação da variedade de cana-de-açúcar RB 83-5486, encontraram perdas de MS até o 45º dia após a ensilagem, atingindo, em média, 30% da MS total da silagem e a partir daí mantendo-se constante até os 180 dias de fermentação. Segundo os autores, a principal forma dessas perdas deveu-se à produção de gases.

Os valores de pH não foram influenciados ($P > 0,05$) pelo aditivo. A queima antes da ensilagem promoveu pequeno

Tabela 1 - Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada adicionada de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) antes da ensilagem

Table 1 - Chemical composition of burned or natural sugar cane, treated with different levels of dehydrated corn cob and straw (CGCS) before ensiling

Característica Characteristic	Cana crua Natural sugar cane			Cana queimada Burned sugar cane			MDPS CGCS
	0	50	100	0	50	100	
	MS (g/kg) (DM, g/kg)	273	307	333	276	321	
PT [†] (e mg/100g MS) (BC [†] , emg/100 g DM)	9,2	31,0	33,3	3,8	30,1	34,8	-
CHOs [†] (g/kg MS) (WSC [†] , g/kg DM)	178	170	142	169	186	114	-
PB (g/kg MS) (CP, g/kg MS)	19,5	24,3	26,0	20,4	25,5	35,4	36,9
NIDA (g/MS) (ADIN, g/kg total N)	17,3	20,8	33,6	17,7	38,4	52,6	101,9
FDN (g/kg MS) (NDF, g/kg DM)	421	445	504	435	445	508	725
FDA (g/kg MS) (ADF, g/kg DM)	349	336	329	347	303	326	179
Hemicelulose (g/kg MS) (Hemicellulose, g/kg DM)	72	109	174	87	142	182	546
Celulose (g/kg MS) (Cellulose, g/kg DM)	281	277	255	270	253	267	141
Lignina (g/kg MS) (Lignin, g/kg DM)	68	59	75	77	50	58	37

[†]PT = poder tamponante (Buffering capacity - BC); CHOs = carboidratos solúveis (water soluble carbohydrate - WSC).

Tabela 2 - Equações de regressão e coeficientes de determinação das características avaliadas

Table 2 - Regression equations and coefficients of determination of the evaluated response variables

Característica Characteristic	Equação ¹ Equation	R ²
MS (g/kg) (DM, g/kg)	$\hat{y} = 201,7313 + 6,683 X$	0,81
pH	NS	
N-NH ₃ (g/kg de N) (N ammoniacal, g/kg N)	$\hat{y} = 81,7208 + 3,4475 X$	0,22
Etanol (g/kg MS) (Ethanol, g/kg DM)	$\hat{y} = 74,8958 - 1,1625 X$	0,39
Leveduras (log ufc/g silagem) (Yeast, log ufc/g silage)	NS	
PB (g/kg MS) (CP, g/kg DM)	$\hat{y} = 32,9 + 0,96388 X$	0,55
NIDA (g/kg N total) (ADIN, g/kg N total)	$\hat{y} = 22,8925 + 0,6745X$	0,32
FDN (g/kg MS) (NDF, g/kg DM)	$\hat{y} = 541,2604 - 3,2763 X$	0,22
FDA (g/kg MS) (ADF, g/kg DM)	$\hat{y} = 425,3021 - 7,9362 X$	0,54
Hemicelulose (g/kg MS) (Hemicellulose, g/kg DM)	$\hat{y} = 115,9417 + 4,6625 X$	0,23
Celulose (g/kg MS) (Cellulose, g/kg DM)	$\hat{y} = 342,4958 - 6,1775 X$	0,40
Lignina (g/kg MS) (Lignin, g/kg DM)	$\hat{y} = 82,8417 - 1,76 X$	0,24

¹ NS: equações não-significativas (equations not significant).

acréscimo, de 3,5 para 3,7, nos valores de pH da silagem em relação à cana crua. Provavelmente, houve produção de ácidos orgânicos desejáveis suficiente para evitar a fermentação por bactérias do gênero *Clostridium*, visto que o pH se manteve na faixa de 3,4 a 3,7. Evangelista et al. (2003), avaliando a cinética de fermentação do cultivar RB 72-454 cortado aos 14 meses de rebrota, relataram que, após cinco dias de fermentação, o pH foi reduzido de 5,2 (momento da ensilagem) para 3,5. Segundo Dodds & Austin (1997), as bactérias do gênero *Clostridium* não se desenvolvem em pH abaixo de 4,0. Entretanto, o pH, isoladamente, não pode ser considerado critério seguro para avaliação da fermentação, pois seu efeito inibitório sobre os microrganismos depende da velocidade de redução da concentração iônica e da umidade do meio (Woolford, 1984).

Quando a acidez não é suficiente para prevenir a multiplicação de bactérias do gênero *Clostridium*, ocorre a fermentação secundária, ou seja, a produção de ácido butírico a partir da glicose e do ácido láctico, além da degradação de proteínas, produzindo amônia e outros compostos (McDonald et al., 1991). A adição de MDPS promoveu redução do teor de N-NH₃ (P<0,05), tanto na silagem de cana crua como na de cana queimada, a qual apresentou menor valor de N-NH₃ (92 g/kg) em relação à silagem de cana crua (104 g/kg).

O teor de N-NH₃ encontrado neste experimento comprovou a ocorrência de pequena proteólise durante a fermentação. As silagens adicionadas de MDPS apresentaram menores teores de N-NH₃ (Tabela 3) e maiores valores de PB (Tabela 4), indicando que a redução da atividade de água (Aw) das silagens pode provocar menor atividade de

clostrídeos. A Aw é uma medida de disponibilidade de água para o crescimento de microrganismos e sua redução tem marcado efeito sobre a população de clostrídeos nos alimentos (Dodds & Austin, 1997).

Evangelista et al. (2003), avaliando a fermentação da cana-de-açúcar durante 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após a ensilagem, encontraram teores de nitrogênio amoniacal que variaram de 8 a 16 g/kg N total. Os valores encontrados nesta pesquisa foram inferiores aos descritos por esses autores, porém essa reduzida proteólise é característica de silagens de cana-de-açúcar.

A inclusão do aditivo influenciou o teor de etanol (P<0,05), cujo valor apresentou discreta redução concomitante às crescentes quantidades de MDPS. Possivelmente, o que ocorreu com as bactérias do gênero *Clostridium* pode ter acontecido com as leveduras fermentativas, ou seja, a redução da Aw do alimento ocasionou menor atividade fermentativa e, conseqüentemente, menor teor de etanol. Andrade et al. (2000), pesquisando o uso de aditivo biológico e/ou MDPS, encontraram efeito positivo no uso de aditivo seco, tanto nas características fermentativas, pela menor produção de etanol, como naquelas relacionadas ao valor nutritivo das silagens.

A silagem produzida com cana queimada apresentou teor mais elevado de etanol. As altas temperaturas durante a queima destroem a camada de cera que envolve a parede celular, o que provoca rachaduras no colmo e conseqüente exudação de conteúdo celular (açúcares), aumentando a contaminação microbiana e ocasionando maior fermentação alcoólica. O aumento da temperatura e a estocagem da

Tabela 3 - Teores de MS, valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃/N total), etanol e desenvolvimento de leveduras nas silagens de cana-de-açúcar crua (CC) ou queimada (CQ) adicionadas de 0, 50 ou 100 g/kg de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS)

Table 3 - DM, pH values, ammoniacal nitrogen (N-NH₃/TN), ethanol, and yeast occurrence on natural (N) or burned (B) sugar cane silage with dehydrated corn cob and straw - DCCS (0, 50 or 100 g/kg)

Silagem Silage	Concentração de MDPS (g/kg) DCCS concentration (g/kg)			Média Mean	CV (%)
	0	50	100		
	MS (g/kg) (DM, g/kg)				
CC (N)	209	233	276	240 ^A	
CQ (B)	201	223	268	231 ^A	
Média (Mean)	205 ^c	230 ^b	272 ^a	235	5,3
pH					
CC (N)	3,5	3,4	3,5	3,5 ^B	
CQ (B)	3,7	3,6	3,7	3,7 ^A	
Média (Mean)	3,6 ^a	3,6 ^a	3,6 ^a	3,6	1,8
N-NH ₃ (g/kg N total) N ammoniacal (g/kg N total)					
CC (N)	130	101	80	104 ^A	
CQ (B)	106	73	96	92 ^A	
Média (Mean)	118 ^a	87 ^b	88 ^b	99	23,4
Etanol (g/kg MS) Ethanol (g/kg DM)					
CC (N)	69 ^{Ba}	66 ^{Ba}	62 ^{Aa}	65 ^B	
CQ (B)	79 ^{Aa}	76 ^{Aa}	63 ^{Ab}	73 ^A	
Média (Mean)	74 ^a	71 ^a	62 ^b	69	5,8
Leveduras (log ufc/g silagem) Yeast (log ufc/g silage)					
CC (N)	2,3	2,4	2,0	2,2 ^B	
CQ (B)	2,5	2,7	2,8	2,7 ^A	
Média (Mean)	2,4 ^b	2,6 ^a	2,4 ^b	2,5	14,3

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.
Means followed by the same letters, small within a row and capital within a column, are statistically similar (P>0.05) by Tukey test.

cana por tempo elevado também podem provocar o desdobramento da sacarose em glicose e frutose. A presença de açúcares redutores (glicose e frutose) pode facilitar a fermentação alcoólica pelas leveduras, pois, segundo Walker (1998), algumas espécies possuem invertase, enzima capaz de degradar a sacarose, enquanto outras cepas, por não possuírem a enzima, ficariam limitadas à fermentação desse dissacarídeo. Assim, com a presença de elevados teores de glicose e frutose, duas fontes de carbono capazes de ser facilmente fermentadas, as silagem produzidas com cana queimada podem apresentar maior teor de etanol, como observado neste estudo.

Outro aspecto relacionado à maior fermentação etanólica nestas silagens é a maior proporção de açúcares na forragem submetida à queima, como resultado da eliminação da palha. No momento da ensilagem, quantidades

Tabela 4 - Composição química das silagens de cana-de-açúcar crua (CC) e queimada (CQ) adicionadas de 0, 50 e 100 g/kg de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS)

Table 4 - Chemical composition of natural (N) or burned (B) sugar cane silage with dehydrated corn cob and straw - DCCS (0, 50 or 100 g/kg)

Silagem Silage	Concentração de MDPS (g/kg) DCCS concentration (g/kg)			Média Mean	CV (%)
	0	50	100		
	PB (g/kg MS) CP (g/kg DM)				
CC (N)	31	39	37	36 ^B	
CQ (B)	32	42	42	39 ^A	
Média (Mean)	32 ^b	41 ^a	40 ^a	38	7,4
NIDA (g/kg N total) ADIN (g/kg N total)					
CC (N)	21	29	27	27 ^A	
CQ (B)	22	28	30	26 ^A	
Média (Mean)	22 ^b	28 ^a	28 ^a	26	14,1
FDN (g/kg MS) NDF (g/kg DM)					
CC (N)	549	529	516	531 ^A	
CQ (B)	532	523	500	518 ^A	
Média (Mean)	541 ^a	526 ^{ab}	508 ^b	525	4,9
FDA (g/kg MS) ADF (g/kg DM)					
CC (N)	438	402	357	399 ^A	
CQ (B)	415	365	337	372 ^B	
Média (Mean)	427 ^a	384 ^a	347 ^b	386	7,57
Hemicelulose (g/kg MS) Hemicellulose (g/kg DM)					
CC (N)	111	127	159	132 ^A	25,2
CQ (B)	117	158	163	146 ^A	25,2
Média (Mean)	114 ^b	143 ^{ab}	161 ^a	139	25,2
Celulose (g/kg MS) Cellulose (g/kg DM)					
CC (N)	366	309	305	327 ^A	
CQ (B)	332	288	270	296 ^B	
Média (Mean)	349 ^a	298 ^b	287 ^b	312	8,6
Lignina (g/kg MS) Lignin (g/kg DM)					
CC (N)	72 ^{Bb}	92 ^{Aa}	52 ^{Bc}	72 ^B	
CQ (B)	83 ^{Aa}	77 ^{Bab}	63 ^{Ab}	83 ^A	
Média (Mean)	77 ^a	85 ^a	58 ^b	74	9,1

Médias, seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.
Means followed by the same letters, small within a row and capital within a column, are statistically similar (P>0.05) by Tukey test.

semelhantes de forragem foram acomodadas no silo (cana crua ou queimada), de modo que, como o fogo carboniza a palha, maior proporção de material vegetal com presença de açúcares foi disponibilizada às leveduras.

O etanol produzido representa grande custo energético, pois provoca rejeição de consumo pelo animal, uma vez que 20 a 30% pode ser perdido por volatilização, mas 30 a 40%

do etanol ingerido é convertido, no rúmen, a acetato e utilizado pelo animal (Durix et al., 1991). A presença de etanol na dieta interfere negativamente na gliconeogênese, mediante competição metabólica no fígado do ruminante (Lehninger, 1982). Silagens de cana-de-açúcar foram consideradas de baixa qualidade por causarem redução no consumo voluntário, no ganho de peso e na conversão alimentar dos animais, em comparação à cana fresca (Preston et al., 1976). Kung Jr. & Stanley (1982) também observaram que a digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem diminuiu com o avançar da maturidade da cana-de-açúcar, como consequência do maior conteúdo de açúcares e da maior conversão a etanol.

Além de maior teor de etanol, a silagem de cana queimada apresentou também as maiores populações de leveduras, comprovando, possivelmente, a presença de açúcares na face exterior à parede celular, como resultado da queima.

Alli et al. (1983) relataram que a população de leveduras e fungos aumentou durante os primeiros dias de ensilagem e decresceu com o aumento do período de estocagem, sendo que, ao final de 21 dias de fermentação, encontraram 3,3 log ufc/g de silagem. O mesmo comportamento fermentativo foi observado por Pedroso et al. (2005), que encontraram 5 log ufc/g de silagem durante as primeiras fases de fermentação e constante decréscimo até os 180 dias após a ensilagem. Neste estudo, foram encontrados valores médios de 2,2 e 2,7 log ufc/g para as silagens de cana crua e queimada, respectivamente.

Além de fermentar açúcares e lactato produzindo etanol, CO₂ e água, competindo com as bactérias produtoras de ácido láctico por substrato, a presença de leveduras na silagem não é desejável, pois está associada à deterioração aeróbia após a abertura do silo. Segundo Woolford (1990), a maioria das leveduras encontradas na forragem fresca é constituída de espécies não-fermentativas, como os gêneros *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Candida* e *Hansenula*. Depois de estabelecido o ambiente anaeróbio no silo, as espécies aeróbias são sucedidas pelas leveduras fermentativas, cujas principais espécies são *Torulopsis* e *Saccharomyces*. Caso haja entrada de ar no silo durante a fermentação e após a abertura do silo, a quantidade de leveduras fermentadoras reduz e a de leveduras oxidativas aumenta, resultando em perdas no valor nutritivo do alimento.

Atualmente, pesquisadores têm enfatizado o controle de microrganismos indesejáveis, como as leveduras, durante a fermentação e após a abertura dos silos (Kung Jr. & Ranjit, 1998; Higginbotham et al., 1998; Driehuis et al., 2001; Kung Jr. et al., 2003; Taylor & Kung Jr., 2002; Pedroso et al., 2006). Esses pesquisadores têm avaliado aditivos

químicos e bactérias, como *Lactobacillus buchneri* e *Propionibacterium acidipropionici*, capazes de produzir durante o processo fermentativo não somente ácido láctico, mas também acetato e propionato e, desse modo, reduzir a presença de microrganismos que causam diminuição do valor alimentício das silagens. Os resultados de trabalhos realizados no Brasil têm sido promissores, como o de Pedroso et al. (2006), que, com o uso de benzoato de sódio e *L. buchneri* durante a ensilagem de cana-de-açúcar, obtiveram redução do teor de etanol, diminuição da perda de MS, aumento na estabilidade aeróbia e incremento no consumo e no ganho de peso, em comparação às silagens produzidas sem aditivos.

Pesquisas têm comprovado que as silagens apresentam baixo valor de pH (próximo de 3,5), reduzido teor de N-NH₃ e quantidade elevada de etanol. Para esta espécie, a fermentação indesejável é caracterizada pelo desenvolvimento de leveduras, e não pelos clostrídeos, como ocorre em outras forrageiras, como capins tropicais, milho e sorgo. Assim, os parâmetros pH e N-NH₃, quando considerados isoladamente, não são bons indicadores na avaliação da qualidade fermentativa dessas silagens, visto que o etanol produzido funciona como inibidor microbiano na maioria das espécies de microrganismos. Portanto, o enfoque deve ser o controle de perdas durante a fermentação e após a abertura dos silos pela produção de álcool e pelo desenvolvimento de leveduras.

O aditivo (Tabela 4) elevou (P<0,05) o teor de PB das silagens, tanto de cana crua com da queimada. A queima da cana antes da ensilagem promoveu discreto acréscimo no valor de PB (P<0,05). Assim como a PB, os teores de NIDA também foram influenciados pela adição de MDPS, verificando-se acréscimo neste parâmetro com até 50 g/kg de aditivo (P<0,05). Entre as silagens de cana crua e queimada, no entanto, não houve diferença (P>0,05) para essa variável, o que comprova os resultados referentes ao conteúdo de N-NH₃, pois, nas silagens produzidas com aditivo, observou-se menor valor de proteólise durante a fermentação.

Os teores de FDN, FDA e celulose diminuíram com o acréscimo (P<0,05) de MDPS. A silagem de cana queimada também apresentou menor concentração desses constituintes da parede celular quando comparada à de cana crua. Todavia, o teor de hemicelulose aumentou com a inclusão do aditivo e com a queima da cana antes da ensilagem (P<0,05). As silagens com 50 g/kg de MDPS apresentaram maior teor de lignina, tanto na cana crua como na cana queimada. A inclusão de 100 g/kg de MDPS refletiu em menor teor de lignina nas silagens, ao passo que a queima anterior à ensilagem promoveu maior (P<0,05) concentração de lignina.

Quando comparados os teores de FDN, FDA e celulose das silagens aos respectivos teores da forragem original, observou-se aumento desses constituintes, relacionado ao elevado consumo de açúcares solúveis pelas leveduras durante a fermentação, acarretando aumento proporcional nos teores dessas variáveis. Também foi constatado que, quanto maior o teor de açúcar disponível (silagens sem aditivo), maior o acréscimo na proporção da fibra da silagem. Resultado semelhante foi encontrado por Evangelista et al. (2003), que observaram aumento de 20 unidades percentuais no teor da FDN da silagem de cana-de-açúcar com 50 dias de ensilagem. Esses autores atribuíram a concentração da FDN ao consumo de CHOs durante a fermentação.

Kung Jr. & Stanley (1982) e Alli et al. (1983) constataram que a fermentação alcoólica acarretou grande perda de carboidratos solúveis, baixo teor de ácido láctico e acético e aumento nos teores de FDA e lignina nas silagens. Do mesmo modo, Pedroso et al. (2005) observaram que a produção de etanol provocou acúmulo dos componentes da parede celular e perda de 25% na digestibilidade *in vitro* da MS.

Conclusões

A queima das plantas e a inclusão de aditivo seco durante a ensilagem não promoveram controle da fermentação etanólica na silagem de cana-de-açúcar.

Literatura Citada

- ALLI, I.; FAIRBARIN, R.; BAKER, B.E et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.291-299, 1983.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JR., E.F.; POSSENTI, R.A. et al. Aditivo biológico na ensilagem de cana-de-açúcar tratada com uréia. **Boletim da Indústria Animal**, v.57, p.139-149, 2000.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JR., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1169-1174, 2001.
- CARDELLINO, R.A.; SIEWERDT, F. Utilização correta e incorreta dos testes de comparação de médias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.985-995, 1992.
- DODDS, K.L.; AUSTIN, J.W. Foodborne pathogenic bacteria: *Clostridium botulinum*. In: DOYLE, M.P.; BEUCHAT, L.R.; MONTEVILLE, T.J. (Eds.) **Food microbiology: fundamentals and frontiers**. Washington: ASM Press, 1997. p.288-304.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, W.H.; Van WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, p.330-343, 2001.
- DURIX, A.; JEAN-BLAIN, C.; SALLMANN, H.P. et al. Use of a semicontinuous culture system (RUSITEC) to study the metabolism of ethanol in the rumen and its effects on ruminal digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, p.115-123, 1991.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; SIQUEIRA et al. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).
- HIGGINBOTHAM, G.E.; MUELLER, S.C.; BOLSEN, K.K. et al. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal Dairy Science**, v.81, p.2185-2192, 1998.
- JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v.25, p.617-623, 1966.
- KUNG Jr., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1149-1155, 1998.
- KUNG Jr., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982.
- KUNG Jr., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.
- KURTMAN, C.P.; FELL, J.W. **The yeast: a taxonomic study**. Amsterdam: Elsevier, 1998. 1055p.
- LEHNINGER, A.L. **Principles of biochemistry**. New York: Worth Publishers, 1982. 1010p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agrícola**, v.62, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI Jr., W. et al. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.649-654, 2006.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v.1, p.120-126, 1976.
- PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of Science of Food and Agricultural**, v.17, p.264-268, 1966.
- ROBERTSON, J.B.; Van SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Eds.) **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- TAYLOR, C.C.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1526-1532, 2002.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 142p.
- Van SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminant** 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WALKER, G.M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998. 350p.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.