

Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático

[*Fermentation of sugarcane silage treated with urea, zeolita, bacteria inoculant and bacteria/enzymatic inoculant*]

D.A. Ferreira¹, L.C. Gonçalves², L.R. Molina², A.G. Castro Neto³, T.R. Tomich⁴

¹Aluno de pós-graduação - EV-UFGM – Belo Horizonte, MG

²Escola de Veterinária - UFGM

Caixa Postal 567

30123-970 - Belo Horizonte, MG

³Médico veterinário autônomo

⁴Embrapa Pantanal – Corumbá, MS

RESUMO

Estudaram-se as características de fermentação da cana-de-açúcar (RB72454) submetida aos tratamentos: controle; 0,5% uréia; 0,5% zeólita; 0,5% uréia e 0,5% zeólita; inoculante bacteriano comercial; inoculante bacteriano/enzimático comercial. O material ensilado foi aberto com um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias de fermentação e analisado quanto aos teores de MS, carboidratos solúveis, PB, NNH_3/NT , pH, FDN, FDA, celulose, hemicelulose, lignina e DIVMS. Observou-se redução do conteúdo de MS em todas as silagens, com média de 21,1%, em relação ao material original (28,7%). A concentração média de carboidratos solúveis no material original foi de 19,7% e, após 56 dias de fermentação, foi de 0,92%. A concentração de PB das silagens testemunha e tratadas com zeólita, inoculante comercial bacteriano e inoculante comercial bacteriano/enzimático variou entre 2,1% e 3,1% e naquelas que receberam uréia e uréia+zeólita foi de 8,4%. Os teores de NNH_3/NT foram inferiores a 10% nas silagens testemunha e tratadas com zeólita, inoculante bacteriano comercial e inoculante bacteriano/enzimático comercial, entretanto foi de 30,4% e 31,1% nas silagens com uréia e uréia+zeólita, respectivamente. No primeiro dia de fermentação, o pH apresentou média de 3,75. Após 56 dias de fermentação, as concentrações de FDN, FDA, celulose e hemicelulose aumentaram, apresentando média entre os tratamentos de 68,6%, 39,6%, 34,5% e 29,1%, respectivamente. O coeficiente de DIVMS reduziu-se com a ensilagem, em todos os tratamentos avaliados, sendo de 57,6% no material original e média de 47,6% nas silagens.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, silagem, aditivos

ABSTRACT

The characteristics of fermentation of sugarcane (RB72454) submitted to the treatments control; 0.5% urea; 0.5% zeolita; 0.5% urea and 0.5% zeolita; commercial bacterial inoculant and commercial bacterial/enzymatic inoculant were studied. The material stored in silos was opened on 1, 3, 5, 7, 14, 28 and 56 days of fermentation and was analysed for grades of MS, soluble carbohydrates, PB, NNH_3/NT , pH, FDN, FDA, cellulosis, hemicellulosis, lignin and DIVMS. The reduction of the MS content of the silos was observed, with average of 21.1% compared to the original material (28.7%). The concentration of carbohydrates soluble on the original material was 19.7% and, after 56 days of fermentation, it was 0.92%. The concentration of PB in the control silage and treated with zeolita, commercial bacterial inoculant and commercial bacterial/enzymatic inoculant varied between 2.1% and 3.1% and in thoses that received urea and urea+zeolita was 8.4%. The grades of NNH_3/NT were lower than 10% in the control silage and treated with zeolita, commercial bacterial inoculant and commercial bacterial/enzymatic inoculant. However, they were 30.4% and 31.1% in the silage with urea and urea+zeolita, respectively. On the first day of fermentation, the pH presented average of 3.75. After 56

Recebido em 7 de julho de 2005

Aceito em 3 de janeiro de 2007

E-mail: luciocg@vet.ufmg.br

days of fermentation, the concentration of FDN, FDA, cellulosis and hemicellulosis increased, presenting averages considering the treatments of 68.6%, 39.6%, 34.5% and 29.1%, respectively. The coefficient of DIVMS reduced with the fermentation, in all the evaluated treatments, being of 57.6% in the original material and averaging 47.6% in the silages.

Key words: sugar cane, silage, additives

INTRODUÇÃO

A baixa produção de forragem, durante o período seco, tem sido apontada como um dos fatores que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos, sendo responsável pela queda acentuada da produção leiteira, pela perda de peso dos animais de corte e pela grande variação da capacidade de suporte dos pastos que, geralmente, é estabelecida tomando-se por base um período de 12 meses, dificultando a economia da atividade pecuária.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é um recurso forrageiro tradicionalmente utilizado para ruminantes (Burgi, 1995), principalmente no período seco, no qual esta cultura atinge sua maturidade e apresenta maior valor nutritivo em decorrência do acúmulo de açúcares em seus tecidos, compensando a redução do valor nutritivo (Banda e Valdez, 1976). Dentre as principais características da cana-de-açúcar destacam-se: grande produção de forragem por área, com média de 69,5t/ha, no Brasil (Bulletin..., 2002); menor custo por unidade de matéria seca produzida em relação à culturas tradicionalmente utilizadas na alimentação de ruminantes, como o milho (*Zea mays*); período de colheita, ou maior disponibilidade, coincidente com o período de escassez de forragem nas pastagens; disponibilidade relativamente constante durante o período de colheita, que varia de maio a novembro, dependendo dos cultivares utilizados; relativa simplicidade no estabelecimento e manejo da cultura; e manutenção do valor nutritivo por longo espaço de tempo após a maturidade (Peixoto, 1986; Silva, 1993).

O maior problema da utilização da cana-de-açúcar *in natura* é a necessidade de corte diário, já que o material colhido e triturado fermenta-se rapidamente se não for consumido logo em seguida, reduzindo sua palatabilidade (Kung Jr. e Stanley, 1982). A ensilagem da cana-de-açúcar poderia contornar esse problema (Kung Jr. e Stanley, 1982), permitindo a racionalização dos

custos de mão-de-obra, por meio da concentração do processo de corte da cana em uma determinada época do ano, a maior facilidade de manejo diário na fazenda e a maximização da utilização do maquinário (Castro Neto, 2003).

Aditivos químicos e inoculantes microbianos têm sido utilizados com o intuito de melhorar o padrão de fermentação e conservação das silagens, promovendo o desenvolvimento dos microrganismos benéficos, como as bactérias produtoras de ácido lático, e a inibição dos indesejáveis, como as leveduras e clostrídios. Apesar da crescente demanda de informações sobre a ensilagem de cana-de-açúcar, observa-se reduzido desenvolvimento científico em relação ao uso de aditivos que proporcionem diminuição das perdas de matéria seca e valor nutritivo da forragem ensilada (Pedroso, 2003). O objetivo deste trabalho foi estudar as características de fermentação das silagens de cana-de-açúcar, variedade RB72454, sem tratamento ou tratada com uréia, zeólita, uréia e zeólita, inoculante bacteriano comercial e inoculante bacteriano/enzimático comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

A cana-de-açúcar, variedade RB72454, plantada em agosto de 2000, em dois canteiros (repetições), foi o objeto deste experimento. A adubação de cobertura foi realizada utilizando-se 350kg/ha de N:P:K (20-05-20), parcelada em três aplicações. Os canteiros foram irrigados durante todo o período de desenvolvimento da cana-de-açúcar. A colheita foi realizada em março de 2001. No momento da ensilagem, a cana-de-açúcar foi submetida aos seguintes tratamentos, em porcentagem da matéria verde: 1) Sem aditivo (testemunha); 2) Tratada com 0,5% de uréia (comercial granulada); 3) Tratada com 0,5% de zeólita; 4) Tratada com 0,5% de uréia + 0,5% de zeólita; 5) Tratada com inoculante

bacteriano¹; 6) Tratada com inoculante bacteriano/enzimático².

A forragem fresca foi picada em partículas de, aproximadamente, 1,5cm, homogeneizada e amostrada como material não ensilado (material original). O restante foi submetido aos tratamentos pré-determinados. A uréia e a zeólita foram adicionadas secas e os inoculantes comerciais foram preparados pouco antes do momento da adição à forragem, seguindo as recomendações dos fabricantes. A forragem foi ensilada em silos experimentais de poli-cloroeto de vinila (PVC). Utilizaram-se três réplicas, seis aditivos e duas repetições, por aditivo, para cada dia de abertura dos silos, totalizando 252 silos.

O material original foi pré-seco em estufa de ventilação forçada, a 65°C, por 72 horas, para determinação da matéria pré-seca (Official..., 1995). Os silos foram abertos com um, três, cinco, sete, 14, 28, e 56 dias após a ensilagem, sendo divididos em três partes. A primeira foi utilizada para extração do suco da silagem, a segunda foi utilizada para determinação da matéria pré-seca (Official..., 1995) e a última parte foi congelada, servindo como contraprova experimental.

Para análise do nitrogênio amoniacal, por meio da destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio, utilizando-se o ácido bórico como solução receptora e o ácido clorídrico para a titulação e a determinação do pH, o suco das silagens foi utilizado imediatamente após sua extração. O teor de nitrogênio amoniacal foi inicialmente expresso em miligramas por 100ml de suco de silagem (N-NH₃, em mg%). Após as análises de matéria seca e proteína bruta, o nitrogênio amoniacal foi expresso como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃ /NT).

No material pré-seco e moído, determinaram-se os teores de matéria seca em estufa a 105°C (Official..., 1995), de proteína bruta, pelo método Kjeldhal (Official..., 1995), dos componentes da parede celular (fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose e lignina em ácido sulfúrico), por meio do método seqüencial (Van Soest et al., 1991), dos carboidratos solúveis (Bailey, 1967, adaptada por

Valadares Filho, 1981) e os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tilley e Terry, 1963).

O delineamento estatístico foi o de parcelas subdivididas, com seis tratamentos (parcelas), duas repetições (blocos) e sete dias de abertura (subparcelas). Para comparação das médias, utilizou-se o teste SNK (P<0,05). Foram realizadas correlações de Pearson entre as variáveis. Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAEG (Sistema..., 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica percentual e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do material original (MO) e da silagem da cana-de-açúcar encontram-se na Tab. 1. O conteúdo de matéria seca (MS) da cana-de-açúcar foi de 28,2%, semelhante ao encontrado por Alli e Baker (1982) que foi de 28,2% para a cana-de-açúcar, variedade B41227, também colhida aos sete meses de crescimento. O conteúdo de MS da cana-de-açúcar varia de acordo com a variedade (Peixoto, 1986; Landell et al., 2002) e com a idade da planta (Kung Jr. e Stanley, 1982). A partir do 28º dia de fermentação, observa-se redução do conteúdo de MS da silagem. Alli e Baker (1982) observaram redução do conteúdo de MS na silagem de cana-de-açúcar (B41227), de 28,2% para 22,9%, com 10 dias de fermentação. A concentração de proteína bruta (PB) encontrada no MO foi de 2,2%. Durante o processo fermentativo, não houve variação da concentração de PB na silagem testemunha. Alli et al. (1983) também não observaram variação da concentração de PB com a ensilagem da cana-de-açúcar, que foi de 2,5% com zero e 42 dias de fermentação.

A concentração de FDN no MO foi de 55,3%. Rodrigues et al. (2001) avaliaram a qualidade de 18 variedades de cana-de-açúcar, colhidas aos 12 meses de crescimento, e verificaram que o conteúdo de FDN variou entre 44,2% e 56,4%. Houve aumento da concentração de FDN na silagem a partir do 7º dia de fermentação. Alcântara et al. (1989) também observaram aumento do teor de FDN na silagem de cana-de-açúcar (67,5%) em relação ao material original (50,2%). A concentração de fibra detergente ácido (FDA) no MO foi de 32,3%. Oliveira et al.

¹Silobac® - CHR Hansen Ind. Com. - Valinhos, SP - Brasil

²BioMax® - CHR Hansen Ind. Com. - Valinhos, SP - Brasil

(1998) observaram que as concentrações de FDA de diferentes variedades de cana-de-açúcar variaram entre 27,5% e 35,5%. A partir do 14º dia de fermentação, observa-se aumento da concentração de FDA na silagem, em relação ao

MO. Pedroso (2003) encontrou uma concentração de FDA de 45,0% na silagem de cana-de-açúcar (RB835486) com 45 dias de fermentação, ensilada aos 12 meses de idade.

Tabela 1. Composição bromatológica percentual e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do material original (MO) e da silagem da cana-de-açúcar, variedade RB72454, colhida aos sete meses de crescimento

	Dias de ensilagem							
	MO	1	3	5	7	14	28	56
MS	28,16a	28,71a	28,01a	27,18a	26,32a	24,71ab	22,94b	21,58b
PB ¹	2,2a	2,43a	2,33a	2,48a	2,41a	2,72a	2,77a	2,99a
FDN ¹	55,27c	54,68c	55,99c	54,16c	61,48b	67,01a	68,38a	69,65a
FDA ¹	32,43bc	31,84bc	32,69bc	30,65c	35,37b	39,40a	40,80a	39,59a
CHOS ¹	21,46a	22,62a	15,22ab	13,64ab	9,03bc	3,31c	4,67c	0,74c
DIVMS ¹	58,13a	57,65a	58,85a	57,45a	54,48a	48,63b	45,90b	46,48b

MS= matéria seca (CV=4,4%); PB= proteína bruta (CV=12,3%); FDN= fibra detergente neutro (CV=3,2%); FDA= fibra detergente ácido (CV=3,7%); CHOS= carboidratos solúveis (CV=4,4%); DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca (CV=3,5%);

¹Dados expressos em porcentagem de MS

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05)

A cana-de-açúcar (MO) apresentou uma concentração de carboidratos solúveis (CHOS) em etanol de 21,46%. Pedroso (2003) observou um conteúdo de CHOS em água em torno de 23,0% na cana-de-açúcar, variedade RB835486, colhida aos 12 meses de crescimento. Rodrigues et al. (2001) relataram que o conteúdo de sacarose de 18 variedades de cana-de-açúcar variou de 13,72% a 15,60%. Há uma variação na composição química da cana-de-açúcar de acordo com a variedade e a idade de colheita (Peixoto, 1986), entretanto a comparação dos resultados de conteúdo de CHOS deve ser ainda mais criteriosa devido às diferentes metodologias utilizadas pelos pesquisadores para sua determinação. Observa-se redução significativa da concentração de CHOS ao longo do processo fermentativo. Pedroso (2003) relatou uma redução da concentração de CHOS em água, que foi de 23%, às 12 horas, e 6,83% aos 45 dias de fermentação.

O coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do MO foi de 58,13%. Kung Jr. e Stanley (1982) observaram um aumento da DIVMS da cana-de-açúcar, com o avanço da idade, de 52,60%, aos seis meses, e 60,30%, aos 24 meses de idade. Segundo Banda

e Valdez (1976), o aumento da DIVMS da cana com o avanço da maturidade ocorre devido ao aumento do conteúdo de açúcares solúveis e redução percentual dos constituintes de parede celular. A redução do coeficiente de DIVMS, durante a fermentação, refletiu o aumento da concentração de MS, FDN e FDA da silagem.

Os teores de MS das silagens de cana-de-açúcar são apresentados na Tab. 2. Observa-se que, em todos os dias de abertura dos silos, não houve diferença significativa nos teores de MS entre a silagem testemunha e aquelas submetidas aos diferentes tratamentos. Em relação ao 1º dia de fermentação, observa-se uma redução significativa nos teores de MS a partir do 14º dia para as silagens tratadas com zeólita e inoculante bacteriano/enzimático e do 28º dia para as silagens tratadas com uréia, uréia+zeólita e inoculante bacteriano. Alli e Baker (1982) observaram redução nos teores de MS na silagem de cana-de-açúcar (B41227), de 28,2% para 22,9%, com 10 dias de fermentação, justificando essa redução a partir da evaporação do dióxido de carbono e etanol, os quais foram produzidos pelas leveduras durante o processo fermentativo da silagem.

Características de fermentação da silagem...

Tabela 2. Concentração de matéria seca das silagens de cana-de-açúcar (RB72454), submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem, expressas em porcentagem

Tratamento	Dias de ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
Testemunha	27,94Aa	28,01Aa	27,18Aa	26,33ABa	24,71ABCa	22,94BCa	21,58Ca
Uréia	27,77Aa	26,86Aa	25,13ABa	25,58ABa	23,89ABa	22,17Ba	21,56Ba
Zeólita	28,91Aa	27,27ABa	27,24ABa	26,35ABa	23,36BCa	23,22BCa	20,44Ca
Uréia/zeólita	28,80Aa	27,69ABa	28,00ABa	28,20ABa	25,19ABCa	24,22BCa	22,86Ca
IB	28,01Aa	26,68Aa	24,99ABa	25,14ABa	24,29ABa	22,43Ba	19,28Ca
IBE	28,21Aa	27,28ABa	26,30ABa	25,82ABa	23,23BCa	24,30ABCa	20,91Ca

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV= 5,8%

A concentração de carboidratos solúveis (CHOS) das silagens de cana-de-açúcar, variedade RB72454, encontra-se na Tab. 3. Diferenças significativas na concentração de CHOS, entre os diferentes tratamentos avaliados, foram observadas somente no 1º e no 5º dia após o início da fermentação. Ao longo do processo fermentativo, houve redução da concentração de CHOS em todas as silagens. Essa redução foi significativa a partir do 3º dia para a silagem testemunha e a tratada com inoculante bacteriano/enzimático, e a partir do 5º dia para as

silagens tratadas com uréia, zeólita, uréia+zeólita e inoculante bacteriano.

Alli et al. (1983) observaram que a adição de 16,9kg de amônia/t MS, no momento da ensilagem da cana-de-açúcar, promoveu uma menor perda de CHOS. Entretanto, no presente estudo, a amônia, proveniente da adição de uréia à silagem, não foi capaz de reduzir as perdas de CHOS, sendo que, ao final do período de fermentação, todos os tratamentos apresentaram um conteúdo de CHOS estatisticamente iguais.

Tabela 3. Concentração de carboidratos solúveis das silagens de cana-de-açúcar (RB72454), submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem, expressas em porcentagem da matéria seca

Tratamento	Dias de ensilagem						
	1	2	5	7	14	28	56
Testemunha	22,62Aab	15,22Ba	13,64BCa	9,03CDa	3,31DEa	4,67DEa	0,74Ea
Uréia	16,38Ab	13,19Aa	6,32Bbc	7,09Ba	2,51Ba	3,51Ba	0,82Ba
Zeólita	19,21Aab	14,86ABa	10,54BCab	8,86Ca	4,98CDa	5,12CDa	0,78Da
Uréia/zeólita	16,37Aab	14,38Aa	3,57Bc	4,58Ba	1,89Ba	3,36Ba	1,09Ba
IB	21,44Aab	16,97Aa	8,92Babc	10,08Ba	6,71BCa	4,81BCa	0,94Ca
IBE	23,34Aa	14,05Ba	13,91Ba	8,86BCa	8,01BCa	6,17Ca	1,15Da

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV= 27,2%

Castro Neto (2003) avaliou os mesmos aditivos utilizados neste experimento para a ensilagem da cana-de-açúcar e também observou que nenhum deles foi capaz de minimizar a redução do conteúdo de CHOS da cana durante o processo fermentativo. O uso do inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático não foi eficaz para inibir o uso dos CHOS da cana-de-açúcar durante o processo fermentativo. É importante ressaltar que o sucesso do uso de inoculantes bacterianos depende de vários fatores, dentre eles o número de bactérias viáveis existentes no produto e o número de microrganismos pertencentes à flora epífita, isto

é, presentes na própria planta. Como decorrência, observa-se uma grande variação entre os resultados de experimentos que avaliam o uso de inoculantes bacterianos nas silagens de diferentes forrageiras.

Na Tab. 4 são mostradas as concentrações de proteína bruta (PB) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (% N-NH₃/NT) das silagens de cana-de-açúcar. As silagens que receberam uréia e uréia+zeólita apresentaram maiores concentrações de PB em todos os períodos de fermentação. As concentrações de PB da silagem testemunha e daquelas tratadas

com zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático variaram entre 2,11% e 3,09%, resultado esperado devido ao baixo teor de PB da cana-de-açúcar observado no MO, que foi em média 2,20%. Durante o processo fermentativo, não houve variação da

concentração de PB na silagem testemunha. Alli et al. (1983) igualmente não observaram variação do conteúdo de PB na silagem da cana-de-açúcar, que foi de 2,50% com zero e 42 dias de fermentação.

Tabela 4. Concentração de proteína bruta (N x 6,25) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total das silagens de cana-de-açúcar (RB72454), submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem, expressas em porcentagem da matéria seca

	Dias de ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
PB							
Testemunha	2,43Ac	2,33Ab	2,48Ac	2,41Ab	2,72Ac	2,77Ab	2,99Ab
Uréia	7,91Aa	6,45Ca	7,24Ba	6,98Ba	7,98Aa	8,21Aa	8,39Aa
Zeólita	2,39ABc	2,12Bb	2,11Bc	2,40ABb	2,59ABc	2,67ABb	2,99Ab
Uréia/zeólita	6,91Cb	6,78Ca	6,41Cb	6,74Ca	7,49Bb	7,91Ba	8,45Aa
IB	2,51Bc	2,19Bb	2,19Bc	2,29Bb	2,44Bc	2,57Bb	3,09Ab
IBE	2,39ABc	2,45ABb	2,13Bc	2,58ABb	2,62ABc	2,51ABb	2,99Ab
NNH₃/NT							
Testemunha	3,94Ab	2,45Ab	3,66Ab	6,75Ab	5,57Ab	6,25Ab	4,35Ab
Uréia	13,43Ca	20,17Ba	23,69ABa	23,67ABa	25,35ABa	29,93Aa	30,42Aa
Zeólita	5,51Ab	3,80Ab	4,36Ab	3,57Ab	5,10Ab	5,07Ab	5,50Ab
Uréia/zeólita	12,30Ca	21,93Ba	24,39ABa	27,65ABa	30,52Aa	32,93Aa	31,09Aa
IB	1,78Ab	2,97Ab	2,91Ab	3,16Ab	3,26Ab	3,40Ab	3,81Ab
IBE	2,89Ab	2,36Ab	3,13Ab	3,12Ab	3,54Ab	4,73Ab	6,09Ab

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05). CV (PB)= 5,6%; CV(NNH₃/NT)= 28,78%.

As silagens tratadas com os diferentes aditivos apresentaram pequena variação nas concentrações de PB, principalmente no 56º dia de abertura dos silos. Ao avaliar a dinâmica de fermentação da silagem de cana-de-açúcar, variedade RB835486, Pedroso (2003) observou um pequeno aumento da concentração média de PB a partir do 15º dia pós-ensilagem. Molina et al. (1999) observaram que a inclusão de 1,1% de uréia à cana-de-açúcar, no momento da ensilagem, proporcionou um aumento da concentração média de PB da silagem de 1,6% para 10,2%. Neste trabalho, não houve diferença no conteúdo de PB entre a silagem testemunha e aquelas tratadas com inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático, no 56º dia de fermentação. Este resultado também foi observado por Pedroso (2003) ao avaliar a utilização de inoculantes microbianos contendo cepas de *Lactobacillus plantarum* (1×10^6 ufc/gMV) e *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/gMV) na ensilagem da cana-de-açúcar.

Nota-se que as silagens tratadas com uréia e uréia + zeólita apresentaram maiores concentrações de N-

NH₃/NT, em todos os períodos de fermentação. Na silagem tratada com uréia, ocorreu aumento do teor de N-NH₃/NT no 3º dia, acentuando-se a partir do 28º dia de fermentação. Já na silagem tratada com uréia + zeólita, o teor de N-NH₃/NT aumentou a partir do 3º dia, acentuando-se no 14º dia de fermentação. A silagem testemunha e aquelas tratadas com zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático apresentaram teores de N-NH₃/NT considerados baixos (inferiores a 10%). Nessas silagens, a rápida ensilagem e adequada compactação e vedação dos silos de laboratório resultaram em baixa proteólise no material, produzindo silagens com baixas concentrações de N-NH₃/NT. O teor de N-NH₃/NT da silagem de cana-de-açúcar está de acordo com os teores encontrados em silagens produzidas com culturas tradicionais. Antunes (2001) avaliou o teor de N-NH₃/NT nas silagens de seis genótipos de milho (*Zea mays* L.) e observou um conteúdo médio de 6,17%, aos 56 dias de fermentação. As concentrações de N-NH₃/NT das silagens tratadas com uréia e uréia+zeólita foram estatisticamente semelhantes (P>0,05) em todos os dias de abertura dos silos. Neste trabalho, a zeólita foi adicionada durante a ensilagem, juntamente com a uréia, com o objetivo de captar o excesso de amônia liberada,

Características de fermentação da silagem...

impedindo o incremento excessivo do pH, prejudicial ao desenvolvimento das bactérias ácido-láticas da silagem. Entretanto, os resultados indicam que a zeólita não foi eficiente em controlar a liberação de amônia, proveniente da hidrólise da uréia. Dessa forma, sua utilização não resultou em estímulo para o desenvolvimento das bactérias ácido-láticas (Castro Neto, 2003).

Os valores de pH, obtidos no suco das silagens de cana-de-açúcar, são apresentados na Tab. 5. Logo no 1º dia de fermentação, todas as silagens avaliadas apresentaram um pH baixo, sendo estatisticamente iguais na silagem testemunha e nas silagens tratadas com zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. A silagem tratada com uréia + zeólita apresentou, no 1º dia pós-ensilagem, o maior valor médio de pH, que foi de 4,18, e a silagem tratada com uréia apresentou um pH intermediário, de 3,94, já que a uréia absorve íons H^+ presentes no meio, neutralizando-

os, retardando, então, a redução do pH nessas silagens. A silagem testemunha apresentou valores de pH estáveis ao longo do processo fermentativo. As silagens que receberam aditivos apresentaram pequenas variações nos valores médios de pH, com o avanço da fermentação, sendo que a silagem tratada com uréia+zeólita apresentou redução significativa dos valores de pH a partir do 3º dia de fermentação. Entretanto, aos 56 dias após o início do processo fermentativo, todas as silagens estudadas apresentaram valores de pH estatisticamente iguais ($P>0,05$), considerados adequados para a preservação da silagem. Segundo McDonald et al. (1991), silagens de boa qualidade apresentam valores de pH entre 3,6 e 4,2. A preservação da cana-de-açúcar, por meio da ensilagem, é acompanhada por uma redução de pH (Preston et al., 1976), sendo um dos indicativos da baixa capacidade tamponante dessa forrageira (Alli e Baker, 1982).

Tabela 5. Valores de pH dos sucos das silagens de cana-de-açúcar (RB72454), submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem

Tratamento	Dias de ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
Testemunha	3,42Ac	3,55Ab	3,51Abc	3,47Ab	3,36Ab	3,42Aab	3,43Aa
Uréia	3,94Ab	3,86ABa	3,65ABCab	3,71ABCa	3,49Cab	3,64ABCa	3,63ABCa
Zeólita	3,65Ac	3,54ABb	3,29Bcd	3,41ABb	3,36ABb	3,34ABa	3,51ABa
Uréia/zeólita	4,18Aa	3,86Ba	3,78Ba	3,85Ba	3,68Ba	3,67Ba	3,70Ba
IB	3,62Ac	3,49ABb	3,21Bd	3,37ABb	3,38ABb	3,32ABb	3,40ABa
IBE	3,66Ac	3,54ABb	3,49Abbc	3,46ABb	3,39ABb	3,32Bb	3,43ABa

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P<0,05$). CV= 3,0%.

As concentrações de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) das silagens de cana-de-açúcar são vistas na Tab. 6. Não houve diferença nos teores de FDN entre os tratamentos após um, três, cinco sete e 14 dias de fermentação. No 28º dia, a silagem testemunha apresentou maior valor de FDN (68,38%). No dia 56, os maiores valores foram observados para as silagens tratadas com inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático (72,22% e 70,75%, respectivamente). Em todos os tratamentos avaliados, os teores de FDN aumentaram durante o processo fermentativo. O teor médio de FDN da silagem testemunha aumentou a partir do 7º dia e estabilizou-se a partir do 14º dia de ensilagem. Nas silagens tratadas com zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático, houve

aumento significativo nos teores médios de FDN a partir do 7º dia, e, no 14º dia de fermentação, na silagem tratada com uréia e uréia + zeólita. O conteúdo de FDN esteve inversamente relacionado com o conteúdo de carboidratos solúveis ($r= -0,77$). Ao longo do processo fermentativo, há uma redução do conteúdo de carboidratos solúveis, utilizados pelos microrganismos presentes na silagem e, conseqüentemente, redução do conteúdo de matéria seca ($r= 0,69$), provocando um aumento percentual dos constituintes da parede celular não utilizados na silagem. Pedroso (2003), ao avaliar parâmetros fermentativos da silagem de cana-de-açúcar sem aditivos, observou, também, uma relação inversa entre carboidratos solúveis e perdas de matéria seca ($r= -0,96$) e, ainda, entre carboidratos solúveis e FDN ($r= -0,97$).

Tabela 6. Concentrações de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) das silagens de cana-de-açúcar (RB72454), submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem, expressas em porcentagem da matéria seca

Tratamento	Dias de ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
FDN							
Testemunha	54,68Ca	55,99Ca	54,16Ca	61,48Ba	67,01Aa	68,38Aa	69,65Aab
Uréia	52,95Ca	52,56Ca	54,64BCa	55,58BCa	59,97Ba	60,99Bb	66,29Aab
Zeólita	51,81Ca	52,73Ca	53,86Ca	59,80Ba	64,33ABa	65,26ABab	69,49Aab
Uréia/zeólita	54,56Ba	54,66Ba	53,98Ba	55,79Ba	63,42Aa	61,64Ab	63,46Ab
IB	52,71Ca	53,75Ca	57,62BCa	59,96Ba	60,91Ba	64,05Bab	72,22Aa
IBE	51,17Ca	52,54Ca	51,36Ca	60,07Ba	60,25Ba	59,27Bb	70,75Aa
FDA							
Testemunha	31,84BCa	32,69BCa	30,65Ca	35,37Ba	39,40Aa	40,80Aa	39,59Aab
Uréia	31,27BCa	30,66Ca	31,32Ca	31,35Ca	35,08Ba	36,04ABab	39,67Aab
Zeólita	29,92Ca	30,72BCa	31,76BCa	34,83Ba	38,97Aa	39,09Aab	40,14Aab
Uréia/zeólita	31,71Ba	32,44Ba	31,52Ba	32,36Ba	38,19Aa	36,87Aab	36,25Ab
IB	31,18Ba	30,94Ba	33,52Ba	35,50Ba	35,68Ba	39,22Aab	41,72Aa
IBE	29,98Ca	29,97Ca	29,62Ca	35,72Ba	35,91Ba	34,81Bb	40,36Aab

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV(FDN)= 4,2%; CV(FDA)= 4,9%.

Entre os tratamentos, foram verificadas diferenças nas concentrações de FDA a partir do 28º dia de fermentação. O maior valor de FDA, no 28º dia, foi observado na silagem testemunha e, no 56º dia de fermentação, foi observado na silagem tratada com inoculante bacteriano. As concentrações de FDA aumentaram com o avanço do processo fermentativo em todos os tratamentos avaliados. Esse aumento foi significativo a partir do 7º dia para a silagem tratada com inoculante bacteriano/enzimático; no 14º dia, para a silagem testemunha e aquelas tratadas com uréia, zeólita, uréia + zeólita e, somente no 28º dia, para a silagem tratada com inoculante bacteriano. A silagem de cana-de-açúcar apresentou concentração de FDA médio de 43,1% com 10 dias de ensilagem (Alli e Baker, 1982). Kung Jr. e Stanley (1982) observaram concentrações de FDA de 43,4% e 45,6% nas silagens de cana-de-açúcar ensiladas aos seis e nove meses de idade, respectivamente. Alli et al. (1983) observaram aumento das concentrações de FDA após a ensilagem da cana-de-açúcar.

Na Tab. 7 são demonstradas as concentrações de celulose, hemicelulose e lignina das silagens de cana-de-açúcar. Foram verificadas diferenças nas concentrações de celulose entre os tratamentos somente a partir do 28º dia de ensilagem. No 28º dia, a silagem testemunha apresentou maior concentração média de celulose (35,87%), porém

não diferiu ($p > 0,05$) da concentração de celulose das silagens tratadas com uréia, zeólita, uréia+zeólita e inoculante bacteriano. No 56º dia de fermentação, a maior concentração de celulose foi encontrada na silagem tratada com inoculante bacteriano (36,57%), porém não diferiu ($P > 0,05$) da concentração de celulose das silagens testemunha e tratadas com uréia, zeólita e inoculante bacteriano/enzimático.

Ao longo do processo fermentativo, houve aumento das concentrações de celulose, acentuando-se a partir do 14º dia, na silagem testemunha e tratadas com uréia, zeólita e uréia +zeólita. Nas silagens tratadas com inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático, esse aumento ocorreu a partir do 28º dia. Avaliando as silagens de cana-de-açúcar colhidas em diferentes idades, Kung Jr. e Stanley (1982) observaram concentrações de celulose de 33% e 34% nas silagens obtidas a partir da cana-de-açúcar colhida com seis e nove meses de idade, respectivamente. Um aumento nas concentrações de celulose na silagem de cana-de-açúcar também foi encontrado por Alcântara et al. (1989), sendo de 27,5% no material original e 34,2% na silagem com 30 dias de fermentação. Ao avaliar a concentração de celulose na silagem de *Lolium perenne*, Morrison (1979) observou aumento desse constituinte quando calculado em relação à matéria seca da silagem. Entretanto, ao avaliar a quantidade de celulose da silagem em

Características de fermentação da silagem...

relação à quantidade original (valores absolutos), o pesquisador observou que não houve variação. O aumento da concentração de celulose observado neste experimento ao longo do período fermentativo parece ser decorrente de uma redução proporcional do conteúdo de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, de matéria seca. Segundo Castro Neto (2003), a

fermentação dos carboidratos solúveis por diferentes microrganismos (bactérias ácido-láticas e leveduras) presentes na silagem pode provocar extensas perdas de matéria seca, justificando o aumento proporcional da fração fibrosa.

Tabela 7. Concentração de celulose, hemicelulose e lignina das silagens de cana-de-açúcar (RB72454), submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem, expressas em porcentagem da matéria seca

Tratamento	Dias de ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
Celulose							
Testemunha	27,12Da	28,34CDa	26,83Da	31,29BCa	34,46ABa	35,87Aa	34,53ABab
Uréia	26,36Ca	26,01Ca	28,06BCa	28,11BCa	30,95ABa	31,33ABb	34,19Aab
Zeólita	25,98Ca	26,21Ca	27,55Ca	30,63Ba	34,19ABa	33,56ABab	34,91Aab
Uréia/zeólita	26,94Ca	27,55Ca	27,56Ca	29,04BCa	33,53Aa	32,09ABab	31,70ABb
IB	26,99Da	27,41Da	29,58CDa	30,58BCDa	31,55BCa	33,84ABab	36,57Aa
IBE	25,23Ca	26,25Ca	25,83Ca	30,75Ba	31,62Ba	30,51Bb	35,35Aab
Hemicelulose							
Testemunha	22,84Ca	23,29Ca	23,50Ca	25,27BCa	27,61Ba	27,58ABa	30,06Aa
Uréia	21,68Ba	21,90Ba	23,32Ba	24,23ABa	24,89ABab	24,56ABab	26,93Ab
Zeólita	21,50Ca	22,01Ca	22,09Ca	24,98Ba	25,38Bb	26,13Bab	29,36Aab
Uréia/zeólita	22,85Ba	22,22Ba	22,46Ba	23,44Ba	25,23ABab	24,77ABab	27,21Ab
IB	21,52Ca	22,88BCa	24,09BCa	24,46Ba	25,23Bab	24,84Bb	30,49Aa
IBE	21,19Ca	22,57BCa	21,74BCa	24,35Ba	24,35Bb	24,46Bab	30,39Aa
Lignina							
Testemunha	4,71Aa	4,35Aa	3,82Aa	5,02Aa	4,94Aa	4,93Aa	5,07Aa
Uréia	4,90Aa	4,64Aa	3,26Aa	3,24Aa	4,13Aa	4,71Aa	5,17Aa
Zeólita	4,15Aa	4,42Aa	4,21Aa	4,19Aa	4,79Aa	5,53Aa	5,23Aa
Uréia/zeólita	4,77Aa	4,89Aa	3,96Aa	3,32Aa	4,65Aa	4,78Aa	4,55Aa
IB	4,19Aa	3,43Aa	4,17Aa	4,92Aa	4,12Aa	5,38Aa	5,15Aa
IBE	4,74Aa	4,03Aa	3,79Aa	4,97Aa	4,25Aa	4,31Aa	5,01Aa

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV(celulose)= 4,9%; CV(Hemicelulose)= 4,4%; CV (lignina)= 17,3%.

Diferenças significativas nas concentrações de hemicelulose entre as silagens foram somente observadas a partir do 14º dia de abertura dos silos, no qual a silagem testemunha apresentou o maior valor médio (27,61%), porém não diferiu ($P > 0,05$) dos valores apresentados pelas silagens tratadas com uréia, uréia+zeólita e inoculante bacteriano. No 56º dia, as silagens testemunha e tratadas com zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático apresentaram maiores concentrações de hemicelulose. Em relação ao avanço do processo fermentativo, a concentração de hemicelulose aumentou em todas as silagens. Entretanto, um aumento significativo foi observado no 7º dia de fermentação nas silagens tratadas com zeólita, inoculante bacteriano e inoculante

bacteriano/enzimático; no 14º dia, na silagem testemunha e, no 56º dia, na silagem tratada com uréia e uréia + zeólita. Kung Jr. e Stanley (1982) e Alcântara et al. (1989), ao trabalharem com a cana-de-açúcar ensilada, também observaram aumento na concentração de hemicelulose.

Não houve diferença significativa nas concentrações de lignina entre as silagens submetidas aos diferentes tratamentos. Os teores de lignina permaneceram estáveis durante a fermentação em todos os tratamentos avaliados. Segundo Morrison (1979), os microrganismos presentes na silagem são incapazes de degradar a lignina. Pedroso (2003) observou menor concentração de lignina na silagem de cana-de-açúcar (RB785841) tratada com 0,5% de uréia

em relação à silagem controle (7,03% x 7,86%). Entretanto, o uso de cepas de *L. plantarum* aumentou a concentração de lignina (9,19%).

Na Tab. 8 encontra-se o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de cana-de-açúcar. Não foram verificadas diferenças significativas nos coeficientes de DIVMS entre as silagens submetidas aos diferentes tratamentos nos dias um, três, cinco e 56. Nos dias sete, 14 e 28 da fermentação, a silagem tratada com uréia apresentou maior valor de DIVMS, porém diferindo ($P < 0,05$) apenas dos tratamentos zeólita, testemunha e testemunha,

respectivamente. Observou-se redução dos coeficientes de DIVMS ao longo do processo fermentativo, sendo essa redução significativa a partir do 7º dia para a silagem tratada com zeólita e inoculante bacteriano, do 14º dia para a silagem testemunha e tratada com inoculante bacteriano/enzimático e, somente no 28º dia para as silagens tratadas com uréia e uréia+zeólita. Pode-se observar que a uréia retardou a redução da DIVMS durante a ensilagem, entretanto não foi capaz de sustentá-la até o último dia de fermentação. Pedroso (2003) observou redução significativa da DIVMS da cana-de-açúcar ensilada em relação à forragem fresca (47,1% x 62,9%).

Tabela 8. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de cana-de-açúcar (RB72454, submetidas a diferentes tratamentos e avaliadas em diferentes dias após a ensilagem, expressas em porcentagem da matéria seca

Tratamento	Dias de ensilagem						
	1	3	5	7	14	28	56
Testemunha	58,38Aa	58,85 Aa	57,45Aa	54,48Aab	48,63Bb	45,90Bb	46,48Ba
Uréia	59,65Aa	59,83 Aa	57,83ABa	59,40Aa	56,28ABa	52,55BCa	48,40Ca
Zeólita	58,48Aa	58,43 Aa	56,95Aa	51,70Bb	51,85Bab	49,35Bab	46,88Ba
Uréia/zeólita	58,43Aa	58,33 Aa	58,10Aa	57,68Aab	53,20ABab	50,33Bab	51,15Ba
IB	59,78Aa	58,33 ABa	55,55ABCa	53,23BCab	52,48BCab	49,93CDab	45,88Da
IBE	61,03Aa	59,43 ABa	59,98ABa	55,25ABab	53,70Bab	54,10Ba	46,98Ca

IB= inoculante bacteriano (Silobac®); IBE= inoculante bacteriano/enzimático (BioMax®cana).

Valores seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$). CV= 4,1%.

CONCLUSÕES

A ensilagem de cana-de-açúcar foi caracterizada por perdas de matéria seca e carboidratos solúveis, resultando em acúmulo dos componentes da parede celular (FDN, FDA, celulose e hemicelulose) e redução da digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os aditivos avaliados não foram eficientes em evitar as perdas durante a fermentação. Dessa forma, o valor nutricional da cana-de-açúcar não foi preservado. Nota-se a necessidade de mais estudos, com aprofundamento nos ensaios de produção animal, a fim de se verificar a viabilidade da utilização da silagem de cana-de-açúcar, na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R. et al. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. IV. Ruminant kinetics. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.23, p.323-331, 1989.

ALLI, I.; BAKER, B.E. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.7, p.411-417, 1982.

ALLI, I.; FAIRBAIN, R.; BAKER, B.E. The effect of ammonia on the fermentation of chopped sugar cane. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.9, p.291-299, 1983.

ANTUNES, R.C. *Padrão de fermentação das silagens de seis genótipos de milho (Zea mays L.)*. 2001. 50f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal Minas Gerais, Belo Horizonte.

BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion of ingested plant carbohydrates from the reticulo-rumen. *N. Zeal. J. Agric. Res.*, v.10, p.15-32, 1967.

BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, v.1, p.94-97, 1976.

BULLETIN of statistics. v.3. Roma: FAO, 2002. 144p.

- BURGI, R. Cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. 6., 1995, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1995. p.153-169.
- CASTRO NETO, A.G. *Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos*. 2003. 53f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- KUNG Jr., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. *J. Anim. Sci.*, v.54, p.689-696, 1982.
- LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2002. 36p. (Boletim técnico IAC 193).
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MOLINA, A.S.; SIERRA, J.F.; FEBLES, I. Sugar cane silage with protein synthesis: combined effect of additives and density. *Cuban J. Agric. Sci.*, v.33, p.205-208, 1999.
- MORRISON, I.M. Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *J. Agric. Sci.*, v.93, p.581-586, 1979.
- OFFICIAL methods of analysis. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.
- OLIVEIRA, M.D.S.; SAMPAIO, A.A.M.; CASAGRANDE, A.A. et al. Efeito de variedades de cana-de-açúcar sobre a composição químico-bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ 1998. p. 275-277.
- PEDROSO, A.F. *Aditivos químicos e microbianos 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 Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGEM E SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba: FEALQ, 1986. p.17-47.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling os sugar cane with ammonia, molasses and mineral acids. *Trop. Anim. Prod.*, v.1, p.120-126, 1976.
- RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R. et al. Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: SBZ, 2001. p.1111-1113.
- SILVA, S.C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds). *Volumosos para bovinos*. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.59-74.
- SISTEMA de análise estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 7.1. Viçosa, MG: UFV, 1997. p.150.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S. C. *Digestibilidades aparentes e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de fenos de soja perene*. 1981. 88f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597, 1991.