



**ENSILAGEM E FENAÇÃO DO BAGAÇO DE
CANA-DE-AÇÚCAR PROVENIENTE DA
PRODUÇÃO DE CACHAÇA**

ROSANA CRISTINA PEREIRA

2006

ROSANA CRISTINA PEREIRA

ENSILAGEM E FENAÇÃO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DE CACHAÇA

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Doutorado em Zootecnia, área de concentração
em Forragicultura, para obtenção do título de
“Doutor”

Orientador

Prof. Antônio Ricardo Evangelista

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Rosana Cristina

Ensilagem e fenação do bagaço de cana-de-açúcar proveniente da produção de
cachaça / Rosana Cristina Pereira. -- Lavras : UFLA, 2006.

202 p. : il.

Orientador: Antonio Ricardo Evangelista.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Silagem. 2. Fenação. 3. Bagaço de cana. I. Universidade Federal de Lavras.

II. Título.

CDD-636.08552

ROSANA CRISTINA PEREIRA

ENSILAGEM E FENAÇÃO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
PROVENIENTE DA PRODUÇÃO DE CACHAÇA

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura, para obtenção do título de “Doutor”

APROVADA em 20 de dezembro de 2006

Prof. Aداuton Vilela Rezende

UNIFENAS

Prof. Gudesteu Porto Rocha

UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz

UFLA

Prof. Luiz Gustavo Nussio

ESALQUSP

Prof. Antônio Ricardo Evangelista
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Alexandre, aos meus filhos Túlio, Bárbara e Vitor, e aos meus pais, Sebastião e Anita, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de cursar o Doutorado.

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista pela confiança e orientação

Aos professores Aداuton Vilela Rezende, Gudesteu Porto Rocha, Joel Augusto Muniz e Luiz Gustavo Nussio, pela participação efetiva no trabalho, por meio de valiosas sugestões.

Aos colegas de curso, em especial ao Pedro, Sidnei, Joadil e Valdir.

Ao aluno de graduação, Hélio, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Eliana, José Virgílio, Márcio e Suelba.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO.....	01
Introdução Geral.....	01
Referencial Teórico	02
Referências Bibliográficas	06
CAPÍTULO 2: Avaliação do bagaço de cana-de-açúcar submetido à fenação e ensilagem	10
Resumo	10
Abstract	12
Introdução	14
Referencial Teórico	15
Material e Métodos	26
Resultados e Discussão	29
Conclusões	41
Referências Bibliográficas	41
CAPÍTULO 3: Silagens de bagaço de cana-de-açúcar confeccionadas com diferentes aditivos	49
Resumo	49
Abstract	51
Introdução	53
Referencial Teórico	54
Material e Métodos	73
Resultados e Discussão	77
Conclusões	120
Referências Bibliográficas	121

CAPÍTULO 4: Silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes níveis de uréia e melão	131
Resumo	131
Abstract	133
Introdução	134
Referencial Teórico	135
Material e Métodos	143
Resultados e Discussão	146
Conclusões	173
Referências Bibliográficas	173
ANEXOS	179

RESUMO

PEREIRA, Rosana Cristina. **Ensilagem e fenação do bagaço de cana-de-açúcar proveniente da produção de cachaça.** Lavras: UFLA, 2006. 202 p. (Tese- Doutorado em Zootecnia).

O aproveitamento do bagaço e da ponta de cana gerados nos alambiques permite ao produtor a integração da produção de cachaça com a criação de ruminantes. O armazenamento adequado do bagaço pode contribuir para a manutenção de suas características inalteradas por períodos prolongados. Com o objetivo de avaliar o bagaço de cana-de-açúcar (BC) proveniente da produção de cachaça de alambique submetido a diferentes formas de conservação foram realizados, na Universidade Federal de Lavras, quatro ensaios. No 1º foram avaliados o BC *in natura*, BC ensilado inteiro, BC ensilado picado, BC fenado e enfardado manualmente, BC fenado e enfardado mecanicamente, BC *in natura* enfardado manualmente e BC *in natura* enfardado mecanicamente. Determinaram-se a composição bromatológica (MS, PB, cinza, FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina), a capacidade tampão (CT) e o pH. A forma de conservação do bagaço influenciou significativamente a composição bromatológica, exceto para lignina. O bagaço de cana apresentou baixa CT e as silagens apresentaram pH satisfatório para boa conservação. A desidratação seguida do enfardamento manual proporcionou diminuição nos componentes da parede celular, revelando-se o melhor método de conservação do bagaço. No 2º ensaio, avaliaram-se o bagaço e silagens de bagaço com quatro doses de uréia, melaço, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana. O processo de ensilagem promoveu redução nos teores de MS, celulose e hemicelulose. As silagens com ponta de cana apresentaram as maiores perdas de MS e as silagens com melaço, varredura, soro e ponta de cana apresentaram redução no teor de PB, em relação ao material original. Doses superiores a 0,66% de uréia proporcionaram silagens com teor de PB superior a 6%. Todas as silagens apresentaram baixos teores de cinza. Os teores de FDN não foram alterados com a ensilagem do bagaço com uréia e melaço e foram reduzidos com varredura, soro e ponta de cana. O teor de FDA foi reduzido nas silagens com varredura, soro e ponta de cana, foi mantido com melaço e aumentado com uréia. As silagens com ponta de cana apresentaram o menor teor médio de FDA e lignina. A CT do bagaço foi baixa e os valores de pH nas silagens, inferiores a 3,88. No 3º ensaio, silagens de bagaço puro ou adicionado de 1% de uréia, 4% de melaço, 3% de varredura, 10% de soro, 15% de ponta de cana e com a associação de 1% de uréia e 4% de melaço foram avaliadas quanto à degradabilidade *in situ* da

MS. Foram obtidos os valores da fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), degradabilidades efetiva e potencial e fração indegradável da MS. A taxa de passagem adotada foi de 5%/hora. A silagem produzida com a associação de 1% de uréia e 4% de melaço apresentou a maior fração solúvel (24,44%) e maior degradabilidade efetiva da MS (32,39%). As silagens não diferiram quanto às frações “b”, “c”, degradabilidade potencial e fração indegradável. No 4º ensaio, o bagaço foi ensilado com a combinação de quatro doses de uréia (0; 0,5; 1,0 e 1,5% na MV) com quatro doses de melaço (0, 2, 4 e 6% na MV). O material original e silagens foram avaliados quanto a composição bromatológica, CT e pH. Houve efeito da interação uréia e melaço nos teores de MS, PB, cinza, FDA, celulose, hemicelulose, lignina, CT e pH no material original e silagens de bagaço de cana. Houve efeito da interação uréia e melaço no teor de FDN no material antes de ensilar, mas não no teor de FDN nas silagens. Os valores registrados para CT no bagaço foram baixos e as silagens apresentaram pH inferior a 4,2. As silagens produzidas com a adição de 4 ou 6% de melaço apresentaram teores de MS inferiores a 41%. A adição de 1% de uréia proporcionou silagens com teor de PB superior a 7% na MS e promoveu redução nos teores de FDN, FDA, hemicelulose e lignina. O melaço na dose 4% propiciou redução nos teores de PB, FDN, hemicelulose e lignina nas silagens. A associação de 1% de uréia e 4% de melaço é indicada para obtenção de silagens de bagaço de boa qualidade.

ABSTRACT

PEREIRA, Rosana Cristina. **Ensiling and hay-making of sugar-cane bagasse coming from rum production.** Lavras: UFLA, 2006. 202 p. (Thesis – Doctorate in Animal Science).

Use of sugar cane bagasse and cane tip generated in stills enables to the producer the integration of rum production with ruminant breeding. The adequate storage of bagasse can contribute towards the maintenance of its unaltered characteristics for long periods. With the objective of evaluating sugar cane bagasse (BC) coming from still rum production submitted to different forms of conservation, four trials were conducted at the Federal University of Lavras (Universidade Federal de Lavras). In the first, *in natura* BC, whole ensiled BC, chopped ensiled BC, BC hayed and baled manually, BC hayed and baled mechanically, *in natura* BC hayed manually, *in natura* BC hayed and baled mechanically were evaluated. The bromatologic composition (DM, CP, ash, NDF, ADF, cellulose, hemicellulose and lignin), buffer capacity (BC) and pH was determined. The form of conservation of bagasse influenced significantly the bromatologic composition, except for lignin. Sugar cane bagasse showed low BC and the silages presented pH satisfactory for good conservation. Dehydration followed by hand baling provided decrease in the cell wall components, revealing itself the best method of bagasse conservation. In the second trial, both bagasse and bagasse silages were evaluated with four doses of urea, molasses, milk powder scraps, cheese whey and cane top. The ensiling process promoted reduction in the contents of DM, cellulose and hemicellulose. The silages with cane top presented the greatest DM losses and the silages with molasses, scrap, whey and cane top presented reduced content of CP relative to the original matter. Doses above 0.66% of urea provided silages with a CP content higher than 6%. All the silages showed low ash contents. The contents of NDF were not altered with the bagasse silage with urea and molasses and were reduced with scrap, whey and cane top. ADF content was reduced in the silages with scrap, whey and cane top, it was kept with molasses and increased with urea. The silages with cane top presented the lowest average ADF and lignin content. The bagasse BC was low and pH values in the silages inferior to 3.88. In the third trial, pure bagasse silages or added of 1% of urea, 4% of molasses, 3% of scrap, 10% of whey, 15% of cane top and with the association of 1% of urea and 4% of molasses were evaluated as to *in situ* degradability of DM. The values of the soluble fraction (a), potentially degradable insoluble fraction (b), degradation rate of fraction b (c), effective and potential degradability and undegradable fraction of DM. Passage rate adopted was of

5%/hour. The silage produced with the association of 1% of urea and 4% of molasses presented the highest soluble fraction (24.44%) and highest effective degradability of DM (32.39%). The silages did not differ as for fractions “b”, “c”, potential degradability and undegradable fraction. In the fourth trial, bagasse was ensiled with the combination of four doses of urea (0; 0.5; 1.0 and 1.5% in FM) with four doses of molasses (0, 2, 4 and 6% in FM). The original material and silages were evaluated as regards the bromatologic composition, BC and pH. There was an effect of the interaction urea and molasses in the contents of DM, CP, ash, ADF, cellulose, hemicellulose, lignin, BC and pH, in the original material and cane bagasse silages. There was an effect of the interaction urea and molasses in the NDF content in the material before ensiling, but not in the NDF content in the silages. The values recorded for BC in the bagasse were low and the silages presented pH inferior to 4.2. The silages produced with the addition of 4 or 6% of molasses showed DM contents inferior to 41%. Addition of 1% of urea provided silages with a CP content superior to 7% in DM, promoted reduction in the contents of NDF, ADF, hemicellulose and lignin. Molasses at the dose of 4% provided reduction in the contents of CP, NDF, hemicellulose and lignin in silage. The association of 1% of urea and 4% of molasses is advisable for obtaining high quality bagasse silages.

INTRODUÇÃO GERAL

A descapitalização dos pequenos agricultores familiares e o crescente e constante êxodo rural têm levado os órgãos governamentais de assistência técnica, extensão rural e pesquisa agropecuária a buscarem novas alternativas econômicas, sociais e tecnicamente viáveis para o setor primário nacional. Uma destas alternativas é a produção de cana-de-açúcar e seu posterior processamento para obtenção de subprodutos como a cachaça.

O estado de Minas Gerais destaca-se no cenário nacional pela produção artesanal de cachaça de qualidade, cuja safra de produção coincide com o período de escassez de alimento para o gado. O bagaço e a ponta da cana produzidos representam um grande potencial como alimentos alternativos para os ruminantes, permitindo a integração de atividades e reduzindo os problemas de armazenamento de resíduos pelas fontes produtoras.

Mais de 60% dos produtores de cachaça estão concentrados nas regiões mais carentes do estado, como o Norte, o Jequitinhonha e o Rio Doce, e esta integração é benéfica porque aumenta a ocupação da mão-de-obra, a oferta de alimento e a renda da propriedade.

Como o custo da alimentação é um dos fatores mais limitantes para a produção animal, a utilização de alimentos alternativos permite minimizar os custos de produção. O aproveitamento de resíduos da produção de cachaça é uma alternativa interessante, com o bagaço de cana merecendo destaque pelo volume com que é produzido e pelo teor residual de açúcar que apresenta, pois a eficiência de extração nas pequenas e médias destilarias é baixa. São necessárias pesquisas para avaliar a qualidade desse material, já que praticamente todos os dados existentes na literatura são de trabalhos realizados com o bagaço proveniente da indústria sucro-alcooleira, o qual sofre um processo de extração muito mais eficiente que o das moendas dos alambiques.

O bagaço é um material de baixa estabilidade e o armazenamento adequado pode contribuir para a manutenção de suas características inalteradas por períodos mais prolongados.

Este trabalho teve como objetivos avaliar o bagaço de cana-de-açúcar proveniente da produção de cachaça de alambique submetido a diferentes formas de processamento e conservação.

REFERENCIAL TEÓRICO

A produção brasileira de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) na safra 2006/07 está estimada em 471,17 milhões de toneladas, sendo 90% do total produzido destinados à produção de açúcar e álcool e os 10% restantes, destinados à fabricação de cachaça, rapadura e açúcar mascavo para alimentação animal (Companhia Nacional de Abastecimento, 2006).

A cana-de-açúcar é matéria-prima de grande flexibilidade, sendo utilizada para produzir açúcar, álcool, aguardente e forragem, além dos subprodutos como ponta de cana, bagaço, melaço, torta de filtro, vinhaça e leveduras, os quais têm grande importância econômica (Andrade, 2001).

O estado de São Paulo é o maior produtor de açúcar e álcool do país, gerando grande volume de bagaço, o qual é submetido ao processo de hidrólise para ser fornecido aos animais, principalmente nos confinamentos próximos às usinas.

Em Minas Gerais, o destaque é para a produção de cachaça de cana, fabricada por um grande número de pequenos e médios proprietários rurais (Sales, 2001). São 8466 alambiques de cachaça espalhados por todo o estado, com forte concentração nas regiões mais pobres, onde estão concentrados 62,7%

dos produtores. É importante destacar que 38,6% desses estabelecimentos trabalham exclusivamente com mão-de-obra familiar, o que permite concluir que mais de 3.000 famílias mineiras têm como principal fonte de receita a produção e a comercialização da cachaça (Sebrae, 2001).

A indústria de cachaça vem ganhando espaço no estado de Minas e é uma atividade que gera abundante oferta de subprodutos e resíduos oriundos da cana. Pontas de cana e bagaço constituem subprodutos da cana-de-açúcar com potencial de uso na alimentação animal (Barcelos, 2006). Apesar de ser utilizada na geração de energia, a sobra de bagaço é significativa e seu potencial como complemento volumoso para ruminantes é viável tecnicamente.

Segundo Andrade (2001), na região centro sul do Brasil a safra da cana inicia em maio e se estende até novembro/dezembro, coincidindo com o período de entressafra de outras atividades agrícolas e com o período de escassez de forragem. A produção de cachaça pode integrar-se com outras atividades, como, por exemplo, a bovinocultura (Rodrigues Filho & Oliveira, 2002), visando o aumento da renda do produtor e resolvendo problemas de poluição e destino do bagaço. Evangelista (2001) enfatiza que o maior montante de resíduos produzidos nos alambiques corresponde ao bagaço, que toma espaço e polui, devendo ser encontrada uma forma de utilizá-lo, podendo, então, ser empregado na alimentação de ruminantes.

A cana-de-açúcar é um alimento caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: açúcares e material fibroso (Rodrigues et al., 2002). Andrade et al. (2002a) avaliaram 60 cultivares de cana-de-açúcar com vistas à alimentação animal e observaram efeito de cultivares para os componentes da fibra, verificando variação de 56,25 a 35,79% na porcentagem de FDN, de 35,55 a 21,14% na porcentagem de FDA, de 29,01 a 17,94% na porcentagem de celulose, de 23,87 a 11,15% na porcentagem de hemicelulose e de 6,78 a 2,71 na porcentagem de lignina.

De acordo com Gooding (1982), na utilização de cana-de-açúcar como alimento para bovino, o teor de fibra detergente neutro (FDN) limita o consumo, e, conseqüentemente, a ingestão de açúcar solúvel, que é a fração que contribui com a maior parte do fornecimento de energia para os bovinos. A escolha de variedades de cana-de-açúcar para bovinos deve considerar a relação FDN/açúcar, a qual deve ser baixa, ou seja, baixo conteúdo de FDN e alto conteúdo de açúcar. Para a produção de aguardente, Andrade et al. (2002b) destacam, entre outras características desejáveis numa variedade de cana, uma maior tonelagem de colmo por hectare, um alto teor de sacarose e teor médio de fibra.

O bagaço *in natura* é um produto fibroso resultante do esmagamento da cana-de-açúcar para obtenção de açúcar, álcool ou aguardente (Santana & Souza, 1984). De acordo com Santos (1990), é um alimento de baixo valor nutricional, que apresenta baixa digestibilidade, é pobre em proteína, minerais e vitaminas e muito rico em parede celular fortemente lignificada. Segundo Silva (1981), a composição química do bagaço pode variar dependendo da variedade de cana da qual é obtido, da época de corte e da eficiência da extração da garapa ou caldo da cana.

A composição morfológica do bagaço está diretamente relacionada com a morfologia da cana-de-açúcar, na qual se encontram fibras exteriores do colmo ou da casca, feixes fibrovasculares e outras formas fibrosas que dão resistência ao colmo do vegetal, e também tecido parenquimatoso, conhecido popularmente como miolo ou medula. A variação na composição da cana e, conseqüentemente, do bagaço, ocorre em função da utilização de variedades mais brandas, de baixo teor de fibras e alta porcentagem de sacarose (Posada, 1999).

O processo de moagem da cana-de-açúcar na indústria sucro-alcooleira visa a máxima extração do conteúdo celular rico em açúcares, por meio do qual a cana é submetida à moagem e a sucessivas prensagens visando a ruptura das

células e, simultaneamente, sofre abundante lavagem para a extração das substâncias solúveis liberadas (Burgi, 1985). Um objetivo secundário da moagem, porém importantíssimo, é a produção de um bagaço final em condições de propiciar uma queima rápida nas caldeiras.

De acordo com Sales (2001), nas usinas de açúcar, destilarias de álcool e produtores de aguardente em grande escala, a capacidade de extração de açúcar da cana é superior a 90%. Entretanto, nas pequenas indústrias, as moendas utilizadas extraem de 60 a 70% do açúcar total contido na cana, sendo, na realidade, considerado o mais comum um valor de extração máximo de 60%. Sendo assim, pode-se esperar que o bagaço de cana proveniente de alambiques contenha teor de açúcar residual alto e, conseqüentemente, maior valor energético para ruminantes (Barcelos & Rezende, 2002).

Segundo Thiago et al (1983), o bagaço proveniente de destilarias contém cerca de 50% de umidade e 1,5% a 4% de sacarose e pode ser utilizado na alimentação do gado como fonte de energia.

Ao avaliar o bagaço da cana utilizada na fabricação de cachaça de alambique, Evangelista (2001) obteve teores de 50,6% de matéria seca (MS), 2,4% de proteína bruta (PB), 78,5% de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e 59% de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA).

Pires et al. (2004) registraram teores de MS; PB; FDN e FDA de 50,0; 1,8; 94,3 e 62,7%, respectivamente, para o bagaço de cana oriundo da produção de cachaça.

Carvalho et al. (2006) obtiveram, para o bagaço de cana-de-açúcar adquirido em usinas produtoras de cachaça, teores de 2,32% de PB, 59,02% de FDN, 38,34% de FDA, 30,30% de celulose, 20,68% de hemicelulose e 7,34% de lignina.

Observa-se uma variação bastante expressiva na composição dos bagaços avaliados por esses autores, que pode ser devida às diferenças na

variedade de cana utilizada, nas condições ambientais durante crescimento e maturação da cana e na eficiência de extração do caldo.

Tratamentos químicos e físicos são utilizados para aumentar a qualidade do bagaço de cana-de-açúcar. Segundo Van Soest (1994), o tratamento de volumosos visa eliminar ou diminuir os efeitos da lignina sobre a degradação de compostos celulósicos pelos microrganismos do rúmen, promovendo a ruptura das complexas ligações químicas da lignina com a celulose e hemicelulose, disponibilizando o material, teoricamente, para adesão e ataque enzimático da população microbiana fibrolítica.

O bagaço de cana oriundo das destilarias que produzem álcool ou açúcar tem sido submetido ao tratamento chamado hidrólise, que é a aplicação de temperatura e pressão no bagaço com o intuito de melhorar sua digestibilidade. Porém, a hidrolização do bagaço de cana gerado nas grandes indústrias só é viável se for aproveitada a infra-estrutura já existente nas usinas e destilarias.

Dados de pesquisas com o bagaço de cana originado nos alambiques são escassos na literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B. de; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; OTSUK, I. P.; ZIMBACK, L.; LANDEL, M. G. de A. L. Produção e composição de cultivares de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002a. 1CD-ROM.

ANDRADE, L. A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 19-50.

ANDRADE, L. A. de B.; ANJOS, I. A. dos; FIGUEIREDO, P. A. M. de; QUINTELA, A. C. R. Utilização de variedades de cana-de-açúcar na produção da cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 33-36, 2002b.

BARCELOS, A. F. Utilização de subprodutos da cana-de-açúcar oriundos da produção de cachaça de alambique na alimentação animal. **Rev. Veterinária e Zootecnia em Minas**, Belo Horizonte, n. 9, p. 20-22, jul./set. 2006.

BARCELOS, A. F.; REZENDE, A. V. Aproveitamento dos resíduos de destilaria de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 74-77, 2002.

BURGI, R. **Produção de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*) auto-hidrolisado e avaliação de seu valor nutritivo para ruminantes**. 1985. 61 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CARVALHO, G. G. P. de; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; MAGALHÃES, A. F.; FREIRE, M. A. L.; SILVA, F. F. da; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. de. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 125-132, jan. 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação da Safra Agrícola de cana-de-açúcar 2006/2007 – Segundo Levantamento – Agosto/2006**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/BoletimCanaagosto2006-07.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2006.

EVANGELISTA, A. R. **Aproveitamento de resíduos da fabricação da aguardente**. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 128-151.

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

JACKSON, M. G. Treating straw for animal feeding. **Animal Production And Health Paper 10**. Roma, Itália: FAO, 1978. 81 p.

PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F. da; SILVA, P. A.; VELOSO, C. M. Novilhas

alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1078-1085, jul./ago. 2004.

POSADA, E. D. Açúcar. In: _____. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar**: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros, energia. Brasília: IBIPTI, 1999. p. 29-35.

RODRIGUES FILHO, A.; OLIVEIRA, S. G. de. Produção de cachaça integrada com outras atividades rurais: uma alternativa para preservar o meio ambiente e aumentar a renda da propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 67-73, 2002.

RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G. M. da; BATISTA, LANDELL, L. A. R.; M. G. de A., CAMPANA, M. P.; HOFFMANN, H. P. Efeito da qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1CD-ROM.

SALES, A. C. Registro de estabelecimento, equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de aguardente. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 51-112.

SANTANA, J.; SOUZA, S. O. Subprodutos da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 22-27, nov. 1984.

SANTOS, F. A. P. O bagaço de cana de açúcar tratado sob pressão de vapor como alternativa para a alimentação de bovinos na entressafra das pastagens. In: PEIXOTO, G.C. (Coord.). **Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 1-19.

SEBRAE-MG. **Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2001. 259 p.

SILVA, J. F. C. da. Restos culturais e industriais na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 78, p. 42-45, jun. 1981.

THIAGO, L. R. L. de; SILVA, J. M. da; COSTA, F. P; CORRÊA, E. S. Engorda de novilhas em confinamento utilizando subprodutos de microdestilarias de álcool. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., Pelotas, 1983. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983. p. 100.

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

CAPÍTULO 2

AValiação DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDO À FENAÇÃO E À ENSILAGEM

RESUMO

PEREIRA, Rosana Cristina. **Aviação do bagaço de cana-de-açúcar submetido à fenação e à ensilagem**. Lavras: UFLA, 2006. (Tese – Doutorado em Zootecnia)

A baixa estabilidade do bagaço *in natura* (BIN) exige processos para sua conservação. Este trabalho teve como objetivos avaliar o bagaço de cana-de-açúcar proveniente da produção de cachaça de alambique submetido à fenação e à ensilagem. O experimento foi conduzido de julho de 2004 a junho de 2005, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG. A variedade de cana que gerou o bagaço utilizado foi a RB825336, cortada aos 15 meses de idade. Utilizou-se o DIC, com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por bagaço de cana *in natura* (fresco), bagaço de cana ensilado inteiro, bagaço de cana ensilado picado, bagaço de cana fenado e enfardado manualmente, bagaço de cana fenado e enfardado mecanicamente, bagaço de cana *in natura* enfardado manualmente, bagaço de cana *in natura* enfardado mecanicamente. Foram retiradas amostras do bagaço de cana *in natura* a fim de determinar sua composição bromatológica, a capacidade tampão (CT) e o teor de açúcares totais. Para a ensilagem foram utilizados silos cisternas e, para o enfardamento, foram utilizadas enfardadoras manual, do tipo vertical, e mecânica da marca Nogueira AP 41-N. O bagaço foi enfardado *in natura* ou após atingir teor de 89% de MS, conforme tratamento. Após a abertura dos silos foram determinados a densidade média e o pH das silagens. Foram retiradas amostras das silagens e dos bagaços enfardados para realização da pré-secagem a 60° C, em estufa com circulação de ar. As amostras pré-secas das silagens e dos bagaços fresco e enfardados foram moídas em moinho estacionário com peneira de 1 mm. Os parâmetros avaliados foram os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG). Os resultados foram submetidos à análise de variância e

as médias, comparadas pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$). Os bagaços enfardados foram analisados quanto à ocorrência de fungos e toxinas. O BIN apresentou, em sua composição, teores de 51,70% de MS; 2% de PB; 79,43% de FDN; 48,78% de FDA; 36,36% de CEL; 30,65% de HEM; 9,42% de LIG e 16,4% de açúcares totais, na MS. A forma de conservação do bagaço influenciou significativamente os teores de MS, PB, cinzas, FDN, FDA, CEL e HEM. Não houve efeito dos tratamentos no teor de lignina nos bagaços. O bagaço de cana apresentou baixa CT e as silagens apresentaram pH satisfatório para boa conservação. Os fungos encontrados nas amostras de bagaço enfardados foram *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp e *Fusarium* sp e não foi encontrada nenhuma aflatoxina. A desidratação seguida do enfardamento manual proporcionou diminuição nos componentes da parede celular, revelando-se o melhor método de conservação do bagaço.

ABSTRACT

PEREIRA, Rosana Cristina. **Evaluation of sugar cane bagasse submitted to hay-making and ensiling.** Lavras: UFLA, 2006. (Thesis – Doctorate in Animal Science)

The poor stability of *in natura* bagasse (BIN) demands processes for its conservation. This work was intended to evaluate sugar cane bagasse coming from still rum production submitted to hay-making and ensiling. The experiment was conducted from July of 2004 to June of 2005 in the dependencies of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras, Lavras- MG. The sugar cane variety which yielded the bagasse utilized was RB825336, cut at 15 months of age. The CRD (Completely Randomized Design) was utilized, with seven treatments and three replicates. The treatments consisted of *in natura* (fresh) sugar cane bagasse, whole ensiled cane bagasse, chopped ensiled cane bagasse, manually hayed and baled cane bagasse, mechanically hayed and baled cane bagasse, manually baled *in natura* cane bagasse, mechanically baled *in natura* cane bagasse. Samples of the *in natura* cane bagasse were removed in order to determine its bromatologic composition, buffer capacity (BC) and the content of total sugars. For ensiling, cistern silos were utilized and for baling, hand vertical type balers and mechanical of the Nogueira AP 41-N mark, were utilized. Bagasse was baled *in natura* or after reaching the content of 89% of DM, according to the treatment. After opening of the silos, average density and pH of the silages were determined. Samples of the silages and of the baled bagasses were taken out for accomplishment of the pre-drying at 60° C, in a oven with forced air. The pre-dried samples of the silages and of the fresh and baled bagasses were ground in a stationary grinder with a 1 mm sieve. The evaluated parameters were the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), ash, neutral detergent insoluble fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEM) and lignin (LIG). The results were submitted to the variance analysis and the means compared by Scott Knott test ($P < 0.05$). The baled bagasses were investigated as to the occurrence of fungi and toxins. The BIN presented in its composition contents of 51.70% of DM, 2% of CP, 79.43% of NDF, 48.78% of ADF, 36.36% of CEL, 30.65% of HEM, 9.42% of LIG and 16.4% of total sugars in DM. The form of conservation of bagasse influenced significantly the contents of DM, CP, ashes, NDF, ADF, CEL and HEM. There were no effects of the treatments on the lignin content in bagasses. Sugar cane bagasse presented low BC and the silages presented pH satisfactory for good conservation. The fungi found in the baled bagasse samples were *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp and *Fusarium* sp and no aflatoxin was

found. Dehydration followed of hand baling caused decrease in the components of the cell wall, proving the best method of bagasse conservation.

INTRODUÇÃO

A produção de cachaça constitui importante fonte de renda em diversas propriedades rurais de Minas Gerais, principalmente aquelas situadas na região norte do estado.

É freqüente a associação da produção de cachaça com a exploração pecuária e os resíduos e subprodutos da cana-de-açúcar representam uma fonte potencial de alimento para o gado. A exploração de atividades complementares é uma alternativa interessante para o produtor e sua família, conferindo melhor utilização dos recursos produtivos, como a terra, insumos e mão-de-obra, com conseqüente redução do custo de produção nas atividades.

A indústria de aguardente gera abundante oferta de subprodutos, como o bagaço da cana, cuja sobra é preocupante, pois ocupa muito espaço e polui, e sua utilização agrega benefícios ambientais, econômicos e estruturais. Parte do bagaço resultante da moagem da cana é usada para queima e o restante normalmente fica armazenado na propriedade, acarretando alterações físico-químicas na sua composição.

A safra da cana coincide com o período de escassez de forragem e o aproveitamento do bagaço excedente é uma alternativa de alimento barato que pode contribuir para o aumento da renda da propriedade, dando destino apropriado ao bagaço e minimizando a poluição do ar. Entretanto, a baixa estabilidade do bagaço exige processos para sua conservação por mais de dois ou três meses.

A fenação e a ensilagem são estratégias eficazes de armazenamento de alimentos utilizadas com o intuito de conservar alimentos para fornecer nos períodos de escassez. Como a produção do bagaço é restrita ao período da “safra”, é fundamental que sejam tomadas medidas a fim de conservar este

material para garantir a oferta de um produto com características semelhantes por períodos mais prolongados.

Este trabalho teve como objetivos avaliar o bagaço de cana-de-açúcar proveniente da produção de cachaça de alambique submetido à fenação e à ensilagem.

REFERENCIAL TEÓRICO

A cana-de-açúcar é a cultura que produz, em um curto espaço de tempo, o maior rendimento de matéria verde, energia e fibras. Seu plantio é tradicional em várias regiões do país, sendo utilizada para a produção de açúcar, álcool e cachaça, gerando centenas de milhares de toneladas de bagaço, que permanecem não utilizadas ou são queimadas, levando a uma grande emissão de gases poluentes na atmosfera (Martins et al., 2004).

O armazenamento do bagaço no pátio das indústrias ou das propriedades acarreta alterações físico-químicas, principalmente pela atuação microbiana, sendo o bagaço hidrolisado mais estável do que o *in natura*. O acondicionamento adequado do bagaço também pode contribuir para a maior estabilidade do produto, sendo que, em alguns casos em que o bagaço foi armazenado sob lonas plásticas ou em silos de superfície, observou-se efeito positivo na redução da fibra ou, ainda, manutenção das características inalteradas por até três meses (Evangelista 2001).

O bagaço da cana tem, em sua composição química, em maiores proporções os principais componentes da parede celular, ou seja, a celulose, a hemicelulose e a lignina (Magnani et al., 1985). A celulose é o composto

químico orgânico que existe em maior abundância nas plantas e em toda a superfície terrestre e é aproveitada pelos ruminantes em diferentes graus, com valores que oscilam desde 20% até 90%, e pode servir para suprir as deficiências energéticas dos ruminantes. A hemicelulose é passível de ser hidrolisada a pentoses, também servindo de energia para os ruminantes. Entretanto, a digestão de polissacarídeos da parede celular é limitada pela presença de compostos fenólicos na matriz da parede celular (Moore & Hatfield, 1994). Esses fenólicos consistem primariamente de lignina e ácidos fenólicos, os quais são quimicamente ligados à lignina ou diretamente aos polissacarídeos da parede celular. Dependendo do grau de lignificação das paredes, o aproveitamento da celulose e da hemicelulose é limitado. Muitos compostos fenólicos em plantas forrageiras afetam a qualidade e a aceitabilidade da forragem e têm uma variedade de atividades antimetabólicas em animais (Nelson & Moser, 1994).

Ocorre uma variação na composição do bagaço decorrente da utilização de variedades de cana mais brandas, de baixo teor de fibras e alta porcentagem de sacarose (Posada, 1999). O bagaço *in natura*, assim como outros resíduos da agroindústria, apresenta variação na composição de acordo com a procedência. Segundo Thiago et al (1983), o bagaço proveniente de destilarias de álcool contém cerca de 50% de umidade e 1,5% a 4% de sacarose e pode ser utilizado na alimentação do gado como fonte de energia. De acordo com Castro (1989), o bagaço *in natura* (BIN) apresenta alto conteúdo de constituintes da parede celular, contendo aproximadamente 29% de hemicelulose, 40% de celulose, 13% de lignina e 2% de sílica na matéria seca. Pires et al. (2004) avaliaram o bagaço proveniente da moagem da cana para a produção de aguardente e registraram para o bagaço *in natura* teores de 1,8% de PB, 94,3% de FDN, 62,7% de FDA, 45,3% de celulose, 31,6% de hemicelulose, 16,5% de lignina e DIVMS de 31,8%.

O bagaço da cana é um resíduo de baixa qualidade, mas apresenta potencial para ser empregado na alimentação de ruminantes (Evangelista, 2001). Segundo Rodrigues & Peixoto (1983), o uso do bagaço como alimento para ruminantes, quer seja “*in natura*”, fenado ou ensilado, pode resolver o problema de armazenamento desse resíduo e da baixa disponibilidade de forragem nas épocas críticas do ano, em que há escassez de forragem.

Santana & Souza (1984) citam como tentativas de melhorar o valor nutritivo do bagaço a fermentação, o tratamento a vapor, o tratamento com diversos agentes químicos, a ensilagem, a desidratação, a peletização e o peneiramento.

No Brasil, o tratamento com pressão de vapor é o método mais utilizado para elevar o valor nutritivo do bagaço de cana, uma vez que promove profundas alterações na composição das fibras. O tratamento do bagaço de cana sob pressão de vapor resulta em um alimento de acidez elevada, cor marrom, friável, baixo teor de conteúdo celular, digestibilidade de MS e densidade aparente superiores às do bagaço *in natura* e com níveis de proteína e minerais similares ao BIN (Burgi, 1985). Porém, só é viável o tratamento dos bagaços originados nas usinas e destilarias que já possuem estrutura para tal. Deve-se levar em conta, também, que o transporte desse material é dificultado em função da sua baixa densidade, devendo ser utilizado próximo aos locais de produção.

Burgi (1985) avaliou o BIN ensilado e o bagaço tratado com pressão e vapor na composição de rações para bovinos e observou menor nível de consumo na ração formulada com o BIN, provavelmente devido à limitação física causada pelo enchimento do trato digestivo com material muito volumoso e pouco denso.

Vários estudos têm sido realizados com o bagaço de cana proveniente da indústria sucro-alcooleira (Candido et al., 1999; Carvalho et al., 2005; Conceição et al., 1986; Joshi et al., 1984; Manzano et al., 2000;) avaliando

tratamentos físicos, químicos e biológicos, digestibilidade, consumo e desempenho animal, entre outras características. Entretanto, esses resultados não podem ser extrapolados para o bagaço proveniente da moagem da cana para fabricação de cachaça por se tratarem de subprodutos com características distintas.

Devido à baixa estabilidade do bagaço *in natura*, é fundamental que sejam estudados métodos de conservação desse material visando posterior utilização. A fenação e a ensilagem são os métodos mais utilizados de conservação de forragem. Ambos de fácil execução, representam processos inteiramente diferentes, mas que têm como objetivo comum preservar um alimento com o mínimo de perdas (Evangelista et al., 2004).

A fenação é o processo de conservação de forragem por meio da desidratação parcial e controlada, visando a conservação da forragem sem grandes perdas de valor nutritivo. De acordo com Tayarol Martin (1997), todas as operações envolvidas no processo de fenação interferem na qualidade do produto. A operação de secagem é a mais importante, pois uma secagem lenta no campo induz a uma maior perda de nutrientes e de massa. Assim, a qualidade do feno está associada a fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas ocorrentes durante a secagem a campo e ao sistema de armazenamento empregado (Evangelista et al., 2004).

Durante a secagem da forrageira ocorre atividade respiratória, que resulta em decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis, e as concentrações de proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido e lignina, que não são afetadas pela respiração, podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em porcentagem (Reis et al., 2001). Porém, para o bagaço, perdas podem ser decorrentes da fermentação de açúcares solúveis. A secagem rápida e níveis adequados de umidade garantem uma maior conservação dos nutrientes

na forragem. Fenos com menos de 15% de umidade são estáveis durante o armazenamento, e poucas alterações ocorrem na sua composição química.

As principais causas de perdas de matéria seca no armazenamento de fenos com alta umidade estão relacionadas com a continuação da respiração celular e o desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras que promovem consumo de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, vitaminas e minerais. Desta forma, há diminuição no conteúdo celular e aumento porcentual na porção referente aos constituintes da parede celular, o que resulta em diminuição do valor nutritivo (Reis, 1996).

De acordo com Hlodversson & Kaspersson (1986), a fenação altera a população de fungos da forragem, havendo diminuição naqueles gêneros típicos de campo como *Fusarium* e *Cladosporium* e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, de maior ocorrência durante o armazenamento.

É importante considerar que, além das alterações na composição química, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes fenos devido à produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos, como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (Moser, 1980; Reis & Rodrigues, 1992).

De acordo com Rees, citado por Reis (1996), a população de fungos de campo geralmente não causa alterações acentuadas na composição química dos fenos, exceto quando os níveis de umidade permanecem elevados por períodos prolongados.

Ao avaliar a ocorrência de fungos nos fenos de grama paulista (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) enfardados com diferentes conteúdos de água, Nascimento, citado por Reis (1996), observou que os gêneros *Cladosporium*, *Curvularia*, *Aspergillus* e *Penicillium* foram os que tiveram maior incidência. Todavia, com o armazenamento durante 30 dias, observou-se diminuição na incidência de

Curvularia (fungo de campo) e aumento de *Aspergillus e Penicillium*, fungos típicos de armazenamento.

A confecção de fardos é o processo indicado para melhor armazenagem do material, tanto no campo, onde o fardo deve ser protegido por lonas, como nos galpões, requerendo-se, assim, menor espaço de armazenamento e contribuindo para redução de perdas do material.

A ensilagem é outro método de conservação de forragem usado como uma alternativa das mais eficientes para suplementar a alimentação dos animais nos períodos de escassez de forragens. Segundo Jackson (1978), o processo de ensilagem pode promover pequeno acréscimo na digestibilidade de materiais lignocelulósicos. Em princípio, qualquer forrageira pode ser transformada em silagem. No entanto, não só pela facilidade de ensilagem, como pelo valor nutritivo, as forrageiras proporcionam resultados diferentes. Entre fatores que determinam o padrão de fermentação durante a ensilagem destacam-se os intrínsecos à planta forrageira, como o adequado teor de umidade, os elevados teores de carboidratos solúveis e a baixa capacidade tamponante (Wilkinson, 1998).

Deste modo, pode-se considerar que o ideal para ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 33 e 45%, sendo, para os teores entre 40 a 45%, recomendável que a forragem seja picada em partículas menores, a fim de se conseguir uma melhor compactação. Segundo Muck & Schinners (2001), o teor mínimo de matéria seca para silagens conservadas em fardos envolvidos em plástico é de 22 a 25%, e para silos trincheira, de 28 a 30%. Para Reis & Rosa (2001), silagens com menos de 30% de matéria seca podem apresentar elevadas quantidades de efluentes e fermentação por *Clostridium*. As silagens com maior conteúdo de matéria seca estabilizam em pH mais alto devido à menor atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, que são sensíveis à pressão osmótica (Woolford, 1984).

A planta adequada à produção de silagem deve apresentar, no momento do corte, teores de carboidratos solúveis e de matéria seca adequados para possibilitar boa fermentação. A quantidade inicial de carboidratos solúveis na forragem a ser ensilada contribui para uma rápida fermentação, com produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido lático (Lopes, 1975; Murdoch et al., 1975). O teor inicial mínimo de carboidratos capaz de garantir intensa fermentação láctica na ensilagem de gramíneas, de acordo com Woolford (1972), está em torno de 6-8%, enquanto Catchpoole & Henzel (1971) estipularam 13-16% como sendo valores mínimos de carboidratos solúveis na matéria seca de gramíneas tropicais para que haja uma fermentação adequada da massa ensilada. Segundo Haigh (1990), existe uma relação inversa entre a necessidade de carboidratos solúveis e o teor de matéria seca do material para que se tenha uma fermentação adequada. Quando o teor de MS da forragem for baixo, para se obter silagem de boa qualidade, é necessário que a relação carboidrato solúvel:capacidade tampão seja elevada.

Segundo McDonald et al. (1991), a capacidade tampão das plantas é um importante fator para ensilagem. A capacidade tampão mede a resistência da massa à redução do pH e deve ser baixa, ou seja, a massa ensilada deve permitir uma rápida queda do pH. De acordo com Playne & McDonald (1966), a capacidade tamponante é medida por meio da quantidade em meq. de H^+ que é gasta para abaixar os valores de pH de 6 até 4 de uma forragem, indicando a resistência dos componentes orgânicos e inorgânicos à acidificação durante a conservação. O poder de tamponamento das forrageiras é exercido por bases inorgânicas de potássio e cálcio, proteína, aminoácidos livres e por sua capacidade de produção de amônia (Van Soest, 1994). O poder tampão das forrageiras tropicais é relativamente alto, sendo de 3,5 g de ácido lático/100g de matéria seca na forragem de milho, que é considerado valor muito baixo, e de 7,4 g de ácido lático/100g de matéria seca na forragem de alfafa, que é muito

alto. O poder tampão está em função da quantidade de ácidos orgânicos presentes na forragem. Os ácidos orgânicos são o ácido málico, o ácido cítrico e o ácido aspártico, principalmente, podendo também estar presente o ácido oxálico. Estes ácidos agem com efeito tamponante, impedindo a queda do pH da massa ensilada (inibidor da ação do ácido láctico), e estão presentes em maiores quantidades nas gramíneas tropicais porque elas apresentam o ciclo alternativo da fotossíntese de Hatch e Slack das plantas do grupo C4. Estes valores variam de 3,5 a 4,5 (Nussio, 2000). Segundo Giger-Reverdin et al, citados por Nussio et al. (2002), o poder tampão é influenciado pelo conteúdo de proteína, de amido, pela capacidade de absorção de água e pela pressão osmótica intrínseca da amostra. Assim, o poder tampão poderia ser alterado em resposta às mudanças nos teores de constituintes do conteúdo celular, associados com a pressão osmótica, e não necessariamente em função de variações na composição química proximal.

Não foram encontrados, na literatura, dados da capacidade tampão no bagaço de cana.

A acidez é considerada um fator importante na conservação da silagem. Ela atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microorganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, sensíveis a pH abaixo de 4 (Whittenbury et al., 1967). A preservação da forragem na forma de silagem tem como base o processo de conservação em ácido, em que um rápido decréscimo do pH leva à redução da atividade proteolítica, mediada por enzimas da própria planta, e faz cessar o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, em especial enterobactérias e clostrídeos (Muck & Bolsen, 1991).

O pH é influenciado pela relação açúcar/proteína da forragem (Van Soest, 1994). Quando se trabalha com forragens com altos teores de açúcar e baixos teores de proteína, o poder tampão é baixo, e a estabilidade do pH normalmente ocorre antes do décimo dia de ensilagem (McDonald et al., 1991).

Um pH elevado indica perda de nutrientes, principalmente proteínas, resultando em material menos palatável e de odor desagradável. Um critério simples para avaliar qualidade de silagens é a associação dos valores de pH ao teor de matéria seca. Porém, em silagens com alto teor de matéria seca, o valor de pH é menos importante, podendo-se obter silagem de boa qualidade mesmo com valores de pH mais altos (Van Soest, 1994).

Com relação aos fatores do meio, a fermentação adequada só é garantida em ambiente de anaerobiose, pela adoção correta das técnicas da ensilagem. A fim de reduzir a fase aeróbia, a forragem deve ser utilizada sob condições ideais de umidade, tamanho de partícula e compactação (McDonald et al., 1991). A fase aeróbia resulta em perdas de matéria seca e de nutrientes (Woolford, 1984).

É fundamental que o tamanho dos pedaços seja uniforme em toda a massa a ser ensilada. Picar o material em pedaços pequenos é importante por várias razões: a eliminação do ar é muito mais eficiente, resultando, assim, em uma fermentação satisfatória e uniforme; maior quantidade do material pode ser transportada; a carga e a descarga tornam-se mais fáceis; e ainda favorece um maior consumo da silagem nos casos de auto-alimentação (Pizarro, 1978). Para decidir qual é o tamanho adequado dos pedaços, é importante ter em consideração o teor de matéria seca da planta. Resultados de pesquisa têm mostrado que quanto maior o conteúdo de matéria seca, menor deve ser o tamanho das partículas (Raymond et al., citados por Pizarro, 1978). Porém, para o bagaço de cana proveniente de alambique, no qual o colmo permanece inteiro após o esmagamento pela moenda, ocorre maior dificuldade na picagem, ocorrendo o dilaceramento do material. Por ser o bagaço um produto com teor residual de açúcares elevado, a ensilagem de partículas maiores pode ser eficiente na conservação do bagaço.

Silagens com teores de matéria seca mais elevados geralmente apresentam valores mais baixos de densidade, o que pode ser atribuído à

dificuldade de compactação e/ou ao maior tamanho das partículas da planta ensilada (Vilela, 1985). Holmes & Muck (1999) determinam, como valor limite mínimo, 225 kg de MS/m³ para que a densidade não seja restritiva na obtenção de uma silagem de qualidade satisfatória. Os autores citam trabalho de Ruppel (1992), segundo o qual, para densidades de 160 e 360 kg de MS/m³, as perdas de MS em 180 dias de armazenamento foram de 202 e 100 g/kg, respectivamente, demonstrando os benefícios de uma maior densidade na diminuição de perdas.

As perdas de um alimento ensilado podem ser quantificadas por meio do desaparecimento de matéria seca ou energia durante o processo de ensilagem (McDonald et al., 1991). As principais fontes de perda de energia são originadas pela respiração residual durante o enchimento do silo e imediatamente após a sua vedação, pelo tipo de fermentação no interior do silo, pela produção de efluente, por fermentações secundárias durante o período de armazenagem e pela deterioração aeróbica durante a retirada de forragem do silo. De acordo com Faria (1994), as perdas de energia na silagem podem, em conjunto, atingir valores de 7 a 40%.

O bagaço de cana apresenta níveis elevados de fibra e baixos teores de conteúdo celular que refletem negativamente na sua digestibilidade e, conseqüentemente, na digestibilidade das silagens. Vilela (1998) enfatiza que a má adoção das técnicas de ensilagem e altas temperaturas ambientes influem na temperatura da massa ensilada, e esta determinará a extensão das perdas de matéria seca e a redução da sua digestibilidade, principalmente da fração protéica. Esta é uma das razões dos cuidados adicionais que se deve ter, nos trópicos, na escolha do tipo de silo e na sua vedação.

Rodrigues & Peixoto (1983) avaliaram o bagaço de cana-de-açúcar no estado natural e na forma de silagem e observaram que a ensilagem promoveu redução de 2,56, no teor de proteína bruta no bagaço *in natura*, para 2,0% na silagem. O teor de FDN aumentou de 75,59 para 78,29% e o de FDA reduziu de

52,87 para 49,75%. A lignina e as cinzas aumentaram de 8,52 para 10,33% e de 1,94 para 4,68%, respectivamente, quando se comparou o bagaço *in natura* com o ensilado.

Andreis & De Stefano, citados por Santana & Souza (1984), avaliaram a silagem de bagaço de cana tratada com uma solução a 5% de hidróxido de sódio e adicionada de 15% de melaço, 0,8% de uréia e 12% de milho inteiro desintegrado. Os autores concluíram que a silagem de bagaço tratada não apenas foi mais palatável como também demonstrou ser mais digestível devido às melhores conversões alimentares obtidas.

Pires et al. (2004) armazenaram o bagaço de cana contendo 50% de MS, proveniente da moagem para fabricação de aguardente, em silos de superfície, sem tratamento ou tratado com 2,5% de sulfeto, tratado com 4% de amônia e tratado com sulfeto mais amônia, por um período de 10 meses. Após abertura, os autores verificaram que no silo que não recebeu qualquer tratamento, o material apresentou-se quase totalmente perdido. O material tratado somente com sulfeto apresentou grande perda e o bagaço que estava nos silos que receberam o tratamento com amônia anidra não apresentou sinais visíveis de fungos.

Souza Gesualdi et al. (2001) estudaram a composição bromatológica e a conservação do bagaço da cana-de-açúcar tratado com 0, 1, 2 e 4% de amônia anidra, uréia e sulfato de amônio na matéria seca do subproduto. O bagaço foi mantido em silos de manilha de concreto por um período de 30 dias. Os autores verificaram que o bagaço sem tratamento apresentou teores de 94,44% de FDN; 59,35% de FDA; 35% de hemicelulose e 2,10% de PB e não apresentou sinal de deterioração durante o experimento, o que foi atribuído ao seu baixo teor de umidade. As fontes de amônia promoveram decréscimo no teor de fibra em detergente neutro do bagaço e houve redução no teor de hemicelulose dos subprodutos tratados com uréia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de julho de 2004 a junho de 2005, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Lavras está situada a 21°14' de Latitude Sul e 45°00' de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 910 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb (subtropical moderado úmido), caracterizando-se por duas estações bem definidas: seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março). A precipitação anual média é de 1493 mm e as temperaturas médias de máxima e mínima são de 26,0 e 14,6°C, respectivamente (Castro Neto et al., 1980).

O bagaço de cana utilizado foi proveniente do Alambique Bocaina, localizado no município de Lavras, MG. A variedade de cana utilizada foi a RB825336, com aproximadamente 15 meses de idade. Esta variedade, segundo Andrade et al. (2002), é precoce, apresenta alto teor de sacarose, média exigência em fertilidade do solo, ótimo perfilhamento e ótima brotação de soqueira, resistência ao carvão, à ferrugem e à escaldadura.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições. As unidades experimentais consistiram de silos tipo cisterna e fardos de bagaço.

Os tratamentos foram os seguintes:

1. Bagaço de cana *in natura* (fresco);
2. Bagaço de cana ensilado inteiro;
3. Bagaço de cana ensilado picado em partículas de aproximadamente 5cm;
4. Bagaço de cana inteiro fenado e enfardado manualmente (89% MS);

5. Bagaço de cana inteiro fenado e enfardado mecanicamente (89% MS);
6. Bagaço de cana inteiro *in natura* enfardado manualmente;
7. Bagaço de cana inteiro *in natura* enfardado mecanicamente.

O modelo estatístico do experimento foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = observação do tratamento i na repetição j ;

μ = constante associada a todas as observações;

t_i = efeito do tratamento i , com $i = 1, \dots, 7$;

e_{ij} = erro experimental associado à observação Y_{ij} com $j = 1, 2, 3$ suposto independente, com variância constante e distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Foram retiradas amostras do material original, ou seja, do bagaço de cana *in natura*, antes de fazer a ensilagem ou o enfardamento, as quais foram colocadas em sacos de papel, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada em temperatura de 60°C até peso constante. Outra parte do material original foi congelada em sacos plásticos para determinação da capacidade tampão (CT) pelo método de Playne & McDonald (1966). As amostras pré-secadas foram pesadas e moídas utilizando moinho estacionário Thomas-Wiley, dotado de peneira de 1mm, e acondicionadas em potes de polietileno. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas, adotando as normas da A.O.A.C. (1975); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN); fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); celulose (CEL); hemicelulose (HEM) e lignina em permanganato de potássio (LIG), de acordo com Van Soest et al. (1991). As análises bromatológicas foram feitas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. Foi feita também a determinação do teor

de açúcares totais pelo método Antrona (Dische, 1962), no laboratório de Análise de Produtos Vegetais do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA.

Para o armazenamento do material e a obtenção das silagens, foram utilizados seis silos cisternas, revestidos de alvenaria, com capacidade para 500 kg de forragem. O bagaço foi utilizado inteiro (colmo sem picar) ou picado em partículas de aproximadamente 5 cm, conforme tratamento. Para picagem foi utilizada uma ensiladora da marca Libeck L-12, com demanda de potência 20/25 HP, com 8 facas. A compactação da massa foi feita com os pés e a vedação dos silos, com lona plástica coberta com terra.

Para o enfardamento do bagaço inteiro *in natura* ou desidratado ao sol (89% de MS), foram utilizadas enfardadoras manual do tipo vertical e mecânica, da marca Nogueira AP 41-N. O monitoramento do teor de MS do material esparramado num terraço cimentado foi realizado utilizando-se forno de microondas. Quando o teor de MS pretendido foi alcançado, o material foi enfardado.

Os silos permaneceram fechados de outubro de 2004 a fevereiro de 2005 e, após a abertura de cada um, foram determinados a densidade média e o pH das silagens na parte superior, média e inferior dos silos. Para determinação do pH, utilizaram-se 9 g de amostra imersa em 60 mL de água destilada, por 30 minutos, com posterior leitura em potenciômetro. A densidade foi determinada retirando-se uma fatia de 20 cm de toda a superfície do silo, de área conhecida, obtendo-se o volume ocupado e o peso da silagem retirada em cada profundidade. Também foram retiradas amostras das silagens, na porção mediana dos silos, para realização da pré-secagem a 60° C, em estufa com circulação de ar.

Os fardos permaneceram armazenados em galpão pelo mesmo período que as silagens e foram retiradas amostras para realização da pré-secagem a 60° C, em estufa com circulação de ar.

As amostras pré-secas, tanto das silagens como dos bagaços enfardados, foram moídas em moinho estacionário com peneira de 1 mm. Os parâmetros avaliados foram os teores de MS, PB e cinzas, adotando-se as normas da A.O.A.C. (1975), e FDN, FDA, CEL, HEM e LIG em permanganato de potássio, de acordo com Van Soest et al. (1991). Os resultados foram submetidos à análise de variância e os contrastes entre as médias de tratamentos foram comparados pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$), utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2000). Segundo Ferreira, Muniz e Aquino (1999), o teste de Scott-Knott é mais indicado para ensaios com grande número de tratamentos, pois promove uma separação real de grupos de médias, eliminando a ambigüidade e auxiliando o pesquisador na discussão de seus resultados e na tomada de decisões.

Os bagaços enfardados *in natura* e desidratados foram amostrados e analisados quanto à ocorrência de fungos e toxinas. As análises foram realizadas na Fundação Ezequiel Dias, em Belo Horizonte, MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade média da silagem obtida nos silos foi de 300 kg de massa verde/m³ para o bagaço ensilado picado e de 240 kg/m³ para o bagaço ensilado inteiro, demonstrando dificuldade de compactação do material, principalmente do bagaço não picado, e evidenciando também a baixa densidade deste material.

Quanto aos açúcares totais, foi obtida média de 16,4% com base na matéria seca do bagaço *in natura*, sendo a sacarose o açúcar majoritário. Este valor pode ser considerado elevado, pois, segundo Thiago et al. (1983), o bagaço proveniente de destilarias contém cerca de 1,5% a 4% de sacarose. Com base no teor de açúcares, o bagaço de cana pode ser considerado adequado para a produção de silagens.

Teores de Matéria Seca, Proteína Bruta e Cinzas

A forma de conservação influenciou significativamente ($P < 0,05$) os teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas nos bagaços (Anexo A). Os resultados das determinações de matéria seca, proteína bruta e cinzas no bagaço de cana *in natura*, enfardado, fenado e enfardado e BC ensilado encontram-se na tabela 1.

TABELA 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas no bagaço de cana-de-açúcar (BC) submetido a diferentes formas de processamento e conservação.

TRATAMENTO	MS %	PB % MS	Cinzas
BC <i>in natura</i> (BIN)	51,70 b	2,00 a	0,87 a
BIN enfardado mecanicamente	97,04 c	1,94 a	1,56 c
BIN enfardado manualmente	93,68 c	1,96 a	1,39 b
BC fenado enfardado mecanicamente	98,02 c	1,94 a	1,02 a
BC fenado enfardado manualmente	96,18 c	1,90 a	1,38 b
BC picado e ensilado	48,43 b	2,53 b	1,37 b
BC inteiro ensilado	40,97 a	2,65 b	1,76 c
CV (%)	4,29	4,30	11,75

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Scott Knott.

Foi obtido teor de 51,70% de MS para o BIN, superior aos teores obtidos por Carvalho et al. (2005) e Carvalho et al. (2006), que foram 30,8 e 40,11% de MS, respectivamente. Não houve diferença estatística entre o teor de MS no BIN (51,70%) e na silagem de bagaço picado (48,43%), apesar de se notar diferença de 3,27 unidades percentuais (tabela 1), que pode ser atribuída principalmente à perda ou transformação de carboidratos solúveis durante a fermentação. Na silagem do bagaço inteiro, o teor de MS foi reduzido para 40,97%, observando-se perdas de 10,73 unidades percentuais de matéria seca em relação ao BIN e de 7,46 unidades percentuais em relação à silagem de bagaço picado. Segundo Reis et al. (2004), nas forragens com mais de 50% de MS, as perdas podem ser altas durante o armazenamento em decorrência da compactação inadequada. A maior dificuldade de compactação do material inteiro pode ter contribuído para a maior perda, em função da maior quantidade de oxigênio residual.

A densidade obtida para silagem de bagaço inteiro foi de 124 kg de MS/m³ e de 155 kg de MS/m³ para silagem de bagaço picado, o que está abaixo do mínimo recomendado por Holmes & Muck (1999), que determinam uma densidade mínima de 225 kg MS/m³ para obtenção de uma silagem de qualidade satisfatória. As baixas densidades obtidas são justificadas pelo elevado teor de MS do bagaço *in natura* (51,70%), dificultando a compactação e expulsão do oxigênio.

Além das perdas de matéria seca terem sido maiores nas silagens produzidas com o bagaço inteiro, houve também grande perda de forragem nestes silos. Aproximadamente 25 a 30% da massa ensilada foram perdidos em função da ocorrência de fungos, principalmente na porção superior dos silos, causando o apodrecimento do material armazenado.

Na avaliação dos fardos de bagaço, realizada após cinco meses de armazenamento, observou-se que a desidratação não alterou o teor de MS nos

bagaços enfardados, uma vez que não houve diferença entre os bagaços enfardados fenados ou enfardados *in natura*. O bagaço de cana é um material que desidrata facilmente, pois foram necessárias menos de 8 h de exposição ao sol para se atingir teor de matéria seca de 89%, e mesmo após o enfardamento, com os fardos expostos ao ar, o processo de desidratação manteve-se constante. O teor de MS também foi aumentado nos bagaços enfardados após desidratação, e os teores de MS obtidos após armazenamento foram, respectivamente, de 98,02 e 96,18% para os bagaços fenados e enfardados mecanicamente ou manualmente. O esmagamento pela moenda, causando dilaceração de tecidos, e a baixa densidade do bagaço podem contribuir para maior facilidade de secagem do material. Após esmagamento da cana observa-se maior umidade na parte externa do colmo, que também pode facilitar o processo de desidratação do bagaço. Não houve diferença estatística entre os enfardamentos manual e mecanizado quanto ao teor de matéria seca. Por ser o bagaço um material grosseiro e de fibras muito longas, encontrou-se maior dificuldade na regulagem da enfardadora mecanizada e na confecção dos fardos. A enfardadora manual foi de fácil manuseio e mostrou-se eficiente na confecção dos fardos.

O bagaço *in natura* apresentou teor de 2% de PB da MS. Evangelista (2001) obteve teor de 2,4% de PB e Pires et al. (2004), de 1,8% de PB, quando avaliaram bagaço de cana proveniente de alambique. Dados obtidos na literatura evidenciam teores de PB no bagaço de cana proveniente da indústria sucroalcooleira variando de 0,8%, obtido por Manzano et al. (2000), a 2,85%, registrado por Joshi et al. (1984).

A ensilagem promoveu acréscimo no teor de PB tanto em relação ao bagaço *in natura* quanto ao fenado e enfardado, não havendo diferença entre as silagens de bagaço picado e inteiro. Os teores de PB foram mais elevados nas silagens comparativamente aos outros tratamentos, o que pode ser consequência da perda de carboidratos solúveis por respiração celular e processos

fermentativos. A forragem, então, fica com maior teor de componentes da parede celular, o que provoca efeito de concentração e aumento no percentual de PB na MS da silagem. Resultados inversos foram obtidos por Rodrigues & Peixoto (1983), que observaram que a ensilagem promoveu redução de 2,56 no teor de proteína bruta, no bagaço *in natura*, para 2,0% na silagem. Rotz & Muck (1994) citam um aumento de 1 a 2% na concentração de PB em razão das modificações que ocorrem durante a fermentação da forragem.

Não houve efeito da desidratação e/ou enfardamento no teor de PB no bagaço, cujos teores variaram de 1,90 a 1,96% na MS. Considerando que para as atividades normais das bactérias ruminais são necessários 6-8% de PB (Mertens, 1994), os teores de PB no bagaço estão muito aquém do mínimo necessário, levando à necessidade de suplementação, assim como ocorre quando do uso de cana na alimentação de ruminantes.

O bagaço *in natura* e o bagaço fenado e enfardado mecanicamente apresentaram os mais baixos teores de cinzas, 0,87 e 1,02% da MS, respectivamente (tabela 1). Entretanto, há que se considerar que o coeficiente de variação (CV) foi de 11,75%, evidenciando que outros fatores possam ter influenciado nos resultados. Os teores mais elevados, 1,56 e 1,76%, foram obtidos com o BIN enfardado mecanicamente e o BC ensilado inteiro. Esse maior valor pode ser consequência da perda de compostos orgânicos solúveis, resultando em aumento da concentração de matéria mineral. Os valores obtidos pra o BIN (0,87%) estão bem abaixo dos obtidos por Burgi (1985), Carvalho et al. (2005) e Mello Júnior (1987), que foram, respectivamente, de 2,73; 4,58 e 4,15% da MS. Rodrigues & Peixoto (1983) registraram aumento de quase 150% no teor de cinzas da silagem de bagaço oriundo da moenda de uma microdestilaria de álcool. O teor de cinzas do bagaço *in natura* foi de 1,94 e da silagem, de 4,68% na MS.

A cana é originalmente pobre em minerais e, conseqüentemente, o bagaço também o é. A maior parte da matéria mineral no bagaço é representada pela sílica. Geralmente a deficiência de minerais nas rações à base de cana de açúcar é corrigida pelo fornecimento de mistura mineral, o mesmo sendo recomendado para rações à base de bagaço de cana.

Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina

As formas de conservação do bagaço de cana promoveram diferenças ($P < 0,05$) nos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose e hemicelulose. Não houve efeito dos tratamentos ($P > 0,05$) no teor de lignina (Anexo B).

Os valores obtidos nas determinações das frações FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina no bagaço de cana *in natura*, enfardado, fenado e enfardado e ensilado encontram-se na tabela 2.

TABELA 2. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina do bagaço de cana-de-açúcar (BC) submetido a diferentes formas de processamento e conservação.

TRATAMENTO	FDN	FDA	Celul	Hemic*	Lign.**
	(% MS)				
BC <i>in natura</i> (BIN)	79,43 b	48,78 b	36,36 a	30,65 b	9,42 a
BIN enfardado mecanicamente	87,45 c	54,68 c	41,05 b	32,77 c	12,16 a
BIN enfardado manualmente	82,38 b	48,64 b	39,02 a	33,75 c	9,63 a
BC fenado e enfardado mecanicamente	85,99 c	52,81 c	42,22 b	33,18 c	10,36 a
BC fenado e enfardado manualmente	71,49 a	45,60 a	35,65 a	25,89 a	9,57 a
BC picado e ensilado	82,88 b	52,43 c	42,63 b	30,45 b	10,78 a
BC inteiro ensilado	88,13 c	51,19 c	41,84 b	36,94 d	7,92 a
CV (%)	2,65	2,98	5,93	6,39	13,53

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Scott Knott.

* hemicelulose obtida por diferença entre a FDN e FDA.

** lignina em permanganato de potássio.

O teor de FDN registrado para o BIN (79,43% da MS) está bem próximo do obtido por Evangelista (2001), que foi de 78,5%, e bem inferior ao obtido por Pires et al. (2004), 94,3%, ambos avaliando o bagaço de alambique. Resultados de FDN superiores a 90% foram encontrados por Mello Júnior (1987) e Souza Gesualdi et al. (2001), com 94,82 e 94,44% da MS, respectivamente, avaliando o bagaço proveniente da indústria sucro-alcooleira. Carvalho et al. (2006) registraram teores de FDN bem inferiores, com 59,02% da MS. Rodrigues & Peixoto (1983) analisaram o bagaço de cana da moenda de uma destilaria de álcool e obtiveram teor de 75,59% de FDN. Diversos autores, como Burgi (1985), Candido et al. (1999), Carvalho et al. (2005), Castro (1989) e Manzano et al. (2000), obtiveram teores de FDN superiores a 84% da MS quando avaliaram o bagaço de cana *in natura*.

O bagaço de cana que foi fenado e enfardado manualmente apresentou o mais baixo teor de FDN, 71,49% da MS, correspondendo a uma redução de 7,49 unidades percentuais em relação ao BIN. Este resultado é um tanto controverso, pois, segundo Reis et al. (2001), durante a secagem de forrageiras ocorrem decréscimo nos conteúdos de carboidratos solúveis e as concentrações de PB, FDA, FDN e lignina podem aumentar em termos proporcionais, uma vez que os resultados são expressos em porcentagem. A desidratação do bagaço, até atingir teor de 89% de MS, foi bastante rápida e, conseqüentemente, as perdas, minimizadas.

Não houve diferença estatística entre os teores de FDN apresentados pelo bagaço *in natura* (79,43%), bagaço *in natura* enfardado manualmente (82,38%) e bagaço de cana picado e ensilado (82,88%), apesar de se notar uma tendência de elevação nessa fração com a conservação do material. Rodrigues & Peixoto (1983) avaliaram silagens de bagaço de cana e concluíram que em todos os tratamentos, as silagens apresentaram maiores concentrações dos componentes da fibra e redução nos teores de MS em relação ao material

original, antes da ensilagem. Esses autores observaram que a ensilagem promoveu aumento de 75,59 no teor de FDN no bagaço de cana *in natura* para 78,2% na silagem. Conceição et al. (1986) compararam o bagaço de cana hidrolisado conservado como silagem em silo de superfície durante oito meses com o bagaço hidrolisado recém-produzido e registraram teor de FDN de 49,4% quando usado logo após ser hidrolizado e de 61,44% da MS quando ensilado.

Houve efeito da picagem do bagaço no teor de FDN nas silagens, obtendo-se 82,88% de FDN na MS na silagem de bagaço picado e 88,13% na silagem de bagaço inteiro. Essa diferença pode ser devida às perdas de carboidratos solúveis, que são transformados em ácidos durante a fermentação da forragem ou em gases, evidenciando maiores perdas na silagem de bagaço inteiro.

Quanto aos teores de FDA no bagaço de cana, ocorreu elevação de 48,78% no BIN até 54,68% no BIN enfardado mecanicamente (tabela 2). O teor de FDA obtido para o BIN está bem abaixo do obtido por Pires et al (2004), de 62,7%, e por Evangelista (2001), de 59,0% da MS, ambos avaliando bagaços oriundos de alambiques. Teor de FDA de 38,34% foi registrado por Carvalho et al. (2006) ao avaliarem o bagaço de cana-de-açúcar adquirido em usinas produtoras de cachaça. Conforme se pode observar na tabela 2, a fenação seguida do enfardamento manual promoveu redução no teor de FDA para 45,60% da MS, sendo o tratamento que proporcionou a fração mais baixa de FDA.

A ensilagem promoveu aumento nos teores de FDA em relação ao BIN. Em estudos realizados por Rodrigues & Peixoto (1983), os resultados foram inversos, uma vez que a ensilagem promoveu redução de 52,87% no teor de FDA na MS no bagaço *in natura* para 49,75% na silagem de bagaço de cana.

Não houve diferença na fração FDA entre as silagens de bagaço picado e inteiro, as quais apresentaram teores de FDA semelhantes aos obtidos com os

bagaços enfardados mecanicamente. Não houve efeito da desidratação do bagaço quando o enfardamento foi realizado com a enfardadora mecanizada. O BIN enfardado manualmente apresentou teor de FDA semelhante ao obtido com o BIN e inferior aos obtidos com os demais tratamentos.

Observou-se, no BIN, teor de 36,36% de celulose na MS, não diferindo do bagaço fenado e enfardado manualmente, com 35,65%, e do BIN enfardado manualmente, com 39,02% (tabela 2), os quais apresentaram valores inferiores aos registrados para os demais tratamentos. Não houve diferença significativa, nesse parâmetro, entre o BIN enfardado mecanicamente (41,05%), BC fenado e enfardado mecanicamente (42,22%) e bagaços ensilados inteiro (41,84%) e picado (42,63%).

O teor de celulose no BIN (36,36%) foi inferior ao obtido por Pires et al. (2004), com 45,3% da MS, e superior ao encontrado por Carvalho et al. (2006), com 30,30% da MS. De modo geral, dados publicados na literatura relatam valores de celulose superiores a 40% da MS para o BIN.

O enfardamento mecanizado e a ensilagem promoveram aumento na fração FDA. Segundo Van Soest (1994), as frações celulose e lignina nas forrageiras se mantêm estáveis no interior dos silos e só são perdidas quando há presença de fungos. A picagem do bagaço não promoveu diferença significativa no teor de celulose nas silagens.

O BIN apresentou teor de hemicelulose de 30,65%, valor bastante superior aos 20,68% encontrados por Carvalho et al. (2006) e semelhante aos 31,60% obtidos por Pires et al. (2004), ambos avaliando bagaço de alambique.

Comparando o BIN com os bagaços conservados na forma de silagem (tabela 2), observa-se que não houve diferença significativa nos teores de FDA no BIN e na silagem de bagaço picado (30,45%). Geralmente, ocorre uma diminuição nessa fração devido à hidrólise ácida da hemicelulose, uma vez que a fermentação promove a quebra das ligações químicas, principalmente da

hemicelulose, que, segundo Moser (1980), é a principal fonte de carboidratos solúveis. Possivelmente, no presente trabalho, a fração hemicelulose não diminuiu devido a um efeito de concentração, uma vez que o bagaço apresentou um teor de 16,4% de açúcares, que foram transformados em ácidos durante a fermentação da silagem, contribuindo para o aumento da concentração dos componentes da parede celular. Entretanto, a fermentação promoveu aumento no teor de hemicelulose na silagem de bagaço inteiro, que apresentou o teor mais elevado (36,94% na MS) dentre todos os tratamentos.

O teor de hemicelulose no bagaço fenado e enfardado manualmente (25,89%) foi inferior a todos os outros tratamentos, sendo mantida a tendência dessa forma de conservação de apresentar os menores valores dos constituintes da parede celular, uma vez que este tratamento proporcionou os mais baixos teores de FDN e FDA.

O BIN enfardado mecanicamente, o BIN enfardado manualmente e o BC fenado e enfardado mecanicamente não diferiram entre si em relação a esse parâmetro, apresentando teores respectivos de 32,77; 33,75 e 33,18% de hemicelulose na matéria seca.

O teor de lignina registrado para o BIN (tabela 2) foi de 9,42%, valor inferior aos encontrados por Castro (1989), de 11,81%; Manzano et al. (2000), de 12,6% e Mello Júnior (1987), de 14%; todos avaliando o bagaço da indústria; e por Pires et al (2004) avaliando o bagaço de alambique, os quais obtiveram teor de 16,5%. Carvalho et al (2006) registraram teores inferiores para o bagaço obtido em usinas de produção de cachaça, com 7,34% de lignina na MS. Observa-se uma grande variação entre autores, que em parte pode ser devida aos diferentes métodos utilizados na determinação da lignina.

A forma de conservação não afetou o teor de lignina no bagaço de cana ($P > 0,05$), ao contrário do que observaram Rodrigues & Peixoto (1983), segundo os quais a ensilagem aumentou o teor de lignina de 8,52 no bagaço *in natura*

para 10,33% na silagem. Entretanto, possíveis diferenças podem não ter sido detectadas em função do elevado coeficiente de variação obtido (13,53%).

Embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos, observa-se uma diferença de 4,12 unidades percentuais entre o menor e o maior valor obtidos, o que pode ser importante do ponto de vista prático, uma vez que a lignina é o principal fator responsável pela baixa digestibilidade atribuída ao bagaço de cana. A silagem de bagaço inteiro proporcionou o menor valor, com 7,92% da MS, e o bagaço *in natura* enfardado mecanicamente apresentou o teor mais elevado de lignina (12,16%), valor próximo aos obtido por Castro (1989) e Manzano et al. (2000). Como o processo de desidratação do bagaço foi contínuo durante o armazenamento, pode-se supor que houve maior perda de compostos solúveis, o que refletiu em maior quantidade de lignina.

Analisando os dados apresentados na tabela 2, pode-se afirmar que a fenação seguida do enfardamento manual foi o melhor método de conservação, pois proporcionou diminuição nos teores de FDN e FDA em relação ao BIN.

Capacidade tampão no bagaço e pH nas silagens

Os valores da capacidade tampão no bagaço e do pH nas silagens estão apresentados na tabela 3.

TABELA 3. Capacidade tampão (CT) no bagaço antes da ensilagem e pH nas silagens em 3 pontos de amostragem no silo.

Bagaço/silagem	CT*		pH*	
	meq.HCl/ 100 g MS	Camada superior	Camada mediana	Camada inferior
BIN picado	2,15	3,85	3,80	3,70
BIN inteiro	2,41	7,00	3,90	4,0

* não foi realizada análise estatística dos dados.

O bagaço de cana, tanto picado como inteiro, apresentou baixo poder tampão, com 2,15 e 2,41 meq.HCl/100 g MS (tabela 3), mostrando-se ligeiramente superior no bagaço inteiro. O baixo poder tampão do bagaço era esperado em função do teor de açúcares totais (16,4% na MS), do baixo teor protéico (2,0%) e do elevado teor de MS (51,70%).

Santos et al. (2003) avaliaram silagens de cana-de-açúcar e observaram que a capacidade tampão (CT) da cana é baixa, apresentando valores de 1,2 meq.de HCl/ 100g de MS, o que faz com que o pH atinja facilmente os valores desejados. Segundo os autores, na silagem de cana a CT não é um fator limitante porque está relacionada com a proporção de açúcares na cana, que é extremamente favorável.

Pode-se observar, na tabela 3, que praticamente não houve variação no pH quanto ao local de coleta no perfil dos silos com o bagaço de cana picado, o qual variou de 3,7 a 3,85. É importante que o pH nas silagens se situe dentro da faixa considerada ideal para a conservação adequada do ensilado, o qual, segundo Lavezzo (1985), é de 3,8 a 4,2. Porém, a silagem da superfície dos silos com bagaço inteiro apresentou pH superior ao da silagem retirada na metade e no fundo dos silos. Tal fato sugere que houve presença de agentes que influenciaram na elevação do pH superficial, tais como água e ar. Há que se destacar que na porção superior desses silos a forragem apresentava-se quase que totalmente apodrecida, fator indicativo do desenvolvimento de microorganismos prejudiciais.

Ocorrência de fungos nos fardos de bagaço

Mediante inspeção visual foi constatada a presença de mofos em todos os fardos, principalmente na porção central. Quanto à ocorrência de fungos, os resultados encontrados para os bagaços enfardados foram de 446.000 UFC/g. Os

fungos mais encontrados foram *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp e *Fusarium* sp. Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são de fungos típicos do armazenamento de feno (Hlodversson & Kaspersson, 1986), cujo desenvolvimento pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam estes feno, devido à produção de toxinas. Entretanto, não foi encontrada nenhuma aflatoxina nas amostras dos fardos de bagaço.

CONCLUSÕES

A ensilagem do bagaço picado mostrou-se eficiente na conservação do material durante o período de cinco meses, apresentando, em relação ao bagaço *in natura*, teores semelhantes de MS, FDN e lignina, e superiores de PB, cinzas, celulose e hemicelulose.

A fenação não promoveu diferença no teor de MS nos bagaços enfardados, após os cinco meses de armazenamento.

A desidratação seguida do enfardamento manual proporcionou diminuição nos componentes da parede celular, demonstrando ser o melhor método de conservação do bagaço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. A. de B.; ANJOS, I. A. dos; FIGUEIREDO, P. A. M. de; QUINTELA, A. C. R. Utilização de variedades de cana-de-açúcar na produção da cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 33-36, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC.
Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.
Washington: USDA, 1975. 1015 p.

BURGI, R. **Produção de bagaço de cana-de-açúcar (*Sacharum sp. L.*) auto-hidrolisado e avaliação de seu valor nutritivo para ruminantes.** 1985. 61 p.
Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.;
VASCONCELOS, V. R.; SAMPAIO, E. M.; MENDES NETO, J. Avaliação do
valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 928-935, set./out. 1999.

CARVALHO, G. G. P. de; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; MAGALHÃES,
A. F.; FREIRE, M. A. L.; SILVA, F. F. da; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M.
A. de. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses
de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 125-132,
jan. 2006.

CARVALHO, M. C.; FERREIRA, M. de A.; CAVALCANTI, C. V. de A.;
LIMA, L. E. de; SILVA, F. M. da; MIRANDA, K. F.; VÉRAS, A. S. C.;
AZEVEDO, M. de; VIEIRA, V. da C. F. Associação do bagaço de cana-de-
açúcar, palma forrageira e uréia com diferentes suplementos em dietas para
novilhas da raça holandesa. **Acta Scientiarum, Animal Science** Maringá, v. 27,
n. 2, p. 247-252, Apr./June 2005.

CASTRO NETO, P.; SEDYIMA, G. C.; VILELA, E. A. Probabilidade de
ocorrência de períodos secos em Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n.
1, p. 46-55, jan./jun. 1980.

CASTRO, F. B. de. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-
açúcar (*Saccharum sp. L.*) auto-hidrolisado em bovinos.** 1989. 123 p.
Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
Piracicaba.

CATCHPOOLE, V. R.; HENZELL, E. F. Silage and silage-making from
tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, Farhan Royal, v. 41, n. 3, p. 214-
221, Mar. 1971.

CONCEIÇÃO, M. N.; LACÔRTE, M. C. F.; BURGI, R.; BOSE, M. L. V.
Determinação da digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com

carneiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p. 119.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 477-512.

EVANGELISTA, A. R. Aproveitamento de resíduos da fabricação da aguardente. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 128-151.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. de; PEREIRA, R. C. Perdas na conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 75-112.

FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In: PEIXOTO, A. M. (Coord.) **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 695-719.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: SP:UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, D. F.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos – utilização do teste Scott-Knott. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 745-752, jul./set. 1999.

HAIGH, P. M. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 263-271, Sept. 1990.

HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 149-165, July 1986.

HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7 p

JACKSON, M. G. Treating straw for animal feeding. **Animal Production And Health**. Roma, Itália: FAO, 1978. 81 p. (Paper 10).

JOHNSON, R. R.; FARIA, V. P.; McCLURE, R. E. Effects of maturity on chemical composition and digestibility of berd resistant sorghum plants when fed to sheeps on silages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 33, n. 5, p. 1109, Nov. 1971.

JOSHI, A. L.; RANGNEKAR, D. V.; BADVE, V. C.; WAGHMARE, B. S. Utilization of bagasse treated with steam and sodium hydroxide by crossbred calves. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 54, n. 2, p. 149-152, Feb. 1984.

KEARNEY, P. C.; KENNEDY, W. K. Relationships between losses of fermentable sugars and changes in organic acids in silage. **Agronomy Journal**, Madison, v. 54, n. 2, p. 144-151, Mar./Apr. 1962.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 132, p. 50-57, dez. 1985

LOPES, J. Valor nutritivo das silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 187-218.

MAGNANI, J. L.; CAMPANARI NETO, J.; FALLEZZI FILHO, A.; FOSSEL, C. E. V. **Autohidrólise do bagaço (BAH) visando preparo de rações para bovinos**. Parte 1. São Paulo: COOPERÇUCAR, 1985. p. 58-60 (Boletim técnico, 32).

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

MARTINS, G. S.; OLIVEIRA, E. M. de; OLIVEIRA, D. E. de; LIMA, M. A. C. **Otimização do conteúdo de lignina na cana-de-açúcar visando o seu uso na indústria de papel e alimentação animal**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br>, 2000> Acesso em: 17 mar. 2004.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R. .; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. New York: Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MELLO JÚNIOR, C. do A. **Efeitos do tratamento com pressão e vapor sobre a composição e a cinética da fermentação “in vitro” do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*)**. 1987. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MOORE, K. J.; HATFIELD, R. D. Carbohydrates and forage quality. In: FAHEY JR, G. C. (Ed). **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: University of Nebraska, 1994. p. 229-280.

MOSER, L. E. Quality of forage as affected by post-harvest storage and processing. In: _____. **Crop quality storage and utilization**. Madison: ASA/CSSA, 1980. p. 227-260.

MUCK, R. E.; BOLSEN, K. K. Silage preservation and additive products. **Field Guide and Silage Management in North America**, p. 105-126, 1991.

MUCK, R. E.; SCHINNES, K. J. Conserved forages (silage and hay): progress and priorities. In. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 29., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 753-762.

MURDOCH, J. C.; BALCH, D. A.; HOLDSWORTH, M. C.; WOOD, M. The effect of chopping, lacerating and wilting of herbage on the chemical composition of silage. **Journal British Grassland Society**, Edinburg, v. 10, n. 2, p. 181-186, 1975.

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plant Factors Affecting Forage Quality. In: FAHEY JR, G. C. (Ed). **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: University of Nebraska, 1994. p. 115-154.

NUSSIO, L.G. 1º. Curso de tecnologia de produção de silagem de gramínea tropical. **Controle do processo de fermentação**. USP, ESALQ, Piracicaba, 2000.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. de F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagens de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-99.

PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F. da; SILVA, P. A.; VELOSO, C. M. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1078-1085, jul./ago. 2004.

PIZARRO, E. Principais aditivos utilizados na silagem de milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 47, nov. 1978.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 17, n. 6, p. 262-268, June 1966.

POSADA, E. D. Açúcar. In: _____. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros, energia**. Brasília: IBIPTI, 1999. p. 29-35.

REIS, R. A. Processamento e conservação de fenos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 57-68.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de capins tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 34-74.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. dos S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 1-39.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 14, 1992, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: Fundação Cargil, 1992. p. 77-89.

REIS, R. A.; ROSA, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 193-232

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar de micro destilaria de álcool para ruminantes. **Revista da**

Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 212-221, mar./abr. 1983.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 828-868.

SANTANA, J.; SOUZA, S. O. Subprodutos da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 22-27, nov. 1984.

SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. et al. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), acrescida com 10% de MDPS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1CD-ROM.

SOUZA GESUALDI, A. C. L. de; SILVA, J. F. C. da; VASQUEZ, H. M.; ERBESDOBLER, E. D'A. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 508-517, mar./abr. 2001.

TAYAROL MARTIN, L. C. **Bovinos: volumosos suplementares**. São Paulo: Nobel, 1997. 143 p.

THIAGO, L. R. L. de; SILVA, J. M. da; COSTA, F. P; CORRÊA, E. S. Engorda de novilhas em confinamento utilizando subprodutos de microdestilarias de álcool. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983. p. 100.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583, Oct. 1991.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. Simpósio [sobre] Aditivos na Produção de Ruminantes e Não-Ruminantes: In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 73-108.

VILELA, D. **Sistema de conservação de forragem, silagem.** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 15 p. (Boletim de Pesquisa, 11).

WHITTENBURY, R.; McDONALD, P.; BRYAN-JONES, D. J. A short review of some biochemical and microbiological aspects of silage. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v. 18, p. 441-444, Aug. 1967.

WILKINSON, J. M.; Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 53-72.

WOOLFORD, M. K. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 42, n. 2, p. 105-111, Feb. 1972.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

CAPÍTULO 3

SILAGENS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR CONFECCIONADAS COM DIFERENTES ADITIVOS

RESUMO

PEREIRA, Rosana Cristina. **Silagens de bagaço de cana-de-açúcar confeccionadas com diferentes aditivos**. Lavras: UFLA, 2006. (Tese – Doutorado em Zootecnia)

Com o objetivo de avaliar a qualidade da silagem do bagaço de cana oriundo de alambique, produzido com diferentes tipos e doses de aditivos, foram conduzidos dois experimentos nas dependências do DZO/UFLA. No 1º, utilizou-se o DIC com três repetições, em classificação hierárquica, sendo avaliado o efeito do aditivo e das doses dos aditivos. Os tratamentos consistiram de material original e silagens de bagaço de cana com quatro doses dos aditivos uréia, melaço, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana. No material original e nas silagens foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), capacidade tampão (CT) e pH. Os resultados das análises bromatológicas foram submetidos às análises de variância e de regressão. Houve efeito dos aditivos em todos os parâmetros avaliados no material original e nas silagens. O processo de ensilagem promoveu redução nos teores de MS, CEL e HEM do bagaço e suas misturas. As silagens com ponta de cana apresentaram as maiores perdas de MS em relação ao material original. As silagens com melaço, ponta de cana, soro de queijo e varredura de leite em pó apresentaram redução no teor de PB em relação ao material original. Doses acima de 0,66% de uréia proporcionaram silagens com teor de PB superior a 6%. Todas as silagens apresentaram baixos teores de cinzas. Os teores de FDN não foram alterados com a ensilagem do bagaço com uréia e melaço e foram reduzidos com a inclusão de varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana. O teor de FDA foi reduzido nas silagens com varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana, mantido com o melaço e aumentado com a uréia. As silagens com ponta de cana apresentaram o menor teor médio de FDA e de LIG. A CT média do bagaço foi sempre baixa e os valores de pH das silagens situaram-se entre 3,58 e 3,88. A ensilagem do bagaço de cana é eficiente na sua conservação. No 2º ensaio,

silagens de bagaço de cana-de-açúcar puro e adicionado de 1% de uréia, 4% de melaço, 3,5% de varredura de leite em pó, 10% de soro, 15% de ponta de cana e com a associação de 1% de uréia e 4% de melaço foram avaliadas quanto à degradabilidade *in situ* da MS. A incubação foi feita nos tempos 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Foram obtidos os valores da fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), degradabilidades efetiva e potencial e fração indegradável da MS das silagens de bagaço. A taxa de passagem adotada foi de 5 %/hora. A silagem produzida com a associação de 1% de uréia e 4% de melaço apresentou a maior fração solúvel “a” (24,44%), e maior degradabilidade efetiva da MS (32,39%). As silagens não diferiram quanto às frações “b”, “c”, degradabilidade potencial e fração indegradável.

ABSTRACT

PEREIRA, Rosana Cristina. **Sugar Cane Bagasse Silages made with different additives**. Lavras: UFLA, 2006. (Thesis – Doctorate in Animal Science)

With the purpose of evaluating the quality of the silage made of cane bagasse coming from still, produced with different sorts and levels of additives, two experiments were conducted in the dependencies of the DZO/UFLA (Animal Science Department/UFLA). In the 1st, CRD was utilized with three ranked replicates, the effect of the additive and of the doses of the additives being evaluated. The treatments consisted of original material and cane bagasse silages with four doses of the additives urea, molasses, milk powder scrap and sugar cane top. In the original work and in the silages the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), ashes, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEM) e lignin (LIG), buffer capacity (BC) and pH were determined. The results of the bromatologic analyses were submitted to the analysis of variance and of regression. There was effect of the additives on all the parameters evaluated in the original material and silages. The ensiling process promoted reduction in the contents of DM, CEL and HEM of bagasse and its mixtures. The cane top silages presented the highest DM losses relative to the original material. The silages with molasses, cane top, cheese whey and milk powder scrap shoed reduction in the CP content in relation to the original material. Levels above 0.66% of urea p yielded silages with CP content superior to 6%. All the silages presented low ash contents. The NDF contents were not altered with the ensiling of bagasse with urea and molasses and were reduced with addition of milk powder scrap, cheese whey and cane top. The ADF content was reduced in silages with milk powder scrap, cheese whey and cane top; it was kept with molasses and increased with urea. The cane top silages presented the lowest average content of ADF and LIG. The average BC of bagasse was always low and the pH values of the silages lay between 3.58 and 3.88. The ensiling of cane bagasse is effective in its conservation. In the second trial, pure sugar cane bagasse silages and added of 1% de urea, 4% of molasses, 3.5% of milk powder scrap, 10% of whey, 15% of cane top and with the association of 1% of urea with 4% of molasses, were evaluated as to DM *in situ* degradability. Incubation was done in the times 0, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The values of the soluble fraction (a), potentially degradable insoluble fraction (b), degradation rate of fraction b (c), effective and potential degradability and undegradable fraction of the DM of bagasse silages. The passage rate adopted was of 5 %/ hour. The silage produced with the association of 1% of urea and 4% of molasses presented the highest soluble

fraction “a” (24.44%) and highest effective degradability of DM (32.39%). The silages did not differ as to fractions “b”, “c”, potential degradability and undegradable fraction.

INTRODUÇÃO

A produção de cachaça constitui importante fonte de renda para diversos produtores de Minas Gerais, sendo freqüente, nas propriedades rurais, a associação da produção da cachaça com a exploração pecuária. Essa é uma atividade que gera uma grande quantidade de bagaço, que é utilizado, em parte, como combustível no próprio alambique. Entretanto, a maior parte deste resíduo não é aproveitada, constituindo problema sério de contaminação ambiental. A sobra do bagaço que não é utilizada na queima em fornalha pode ser aproveitada na alimentação do gado bovino, resolvendo problemas de espaço no pátio do alambique.

O aproveitamento do excedente de bagaço deve ser estudado, pois é um fator importante para diminuição no custo de produção da cachaça e aumento da renda do produtor. Há que se considerar a dificuldade de transportar esse material em função da baixa densidade, o que inviabiliza o seu uso em locais afastados do alambique.

A utilização do bagaço para fins de arração animal surge atualmente com grande interesse, pois significa uma diversificação no sistema de produção e se torna mais interessante devido ao fato de a safra de produção de cachaça coincidir com a época de escassez de forragens para o gado.

Todavia, estudos conduzidos com o bagaço gerado nos alambiques de produção de cachaça são escassos a despeito das dificuldades encontradas pelos produtores para armazenamento e conservação desse material. O bagaço é um material de baixa estabilidade, o que acarreta dificuldades para seu armazenamento.

A conservação do valor nutritivo de forragens pode ser obtida por meio da ensilagem. Contudo, as características do material no momento da ensilagem

podem resultar em fermentação indesejável. O bagaço de cana é um material que apresenta teor elevado de matéria seca, levando à necessidade de se utilizarem aditivos líquidos a fim de aumentar o teor de umidade do material e facilitar a compactação no silo e o processo fermentativo.

O uso de diferentes aditivos na ensilagem do bagaço de cana-de-açúcar pode melhorar a conservação e qualidade do ensilado, merecendo ser estudado, principalmente, devido à importância econômica regional da produção de cachaça.

Este trabalho tem como objetivos avaliar a silagem do bagaço de cana oriundo de alambique, produzido com diferentes tipos e doses de aditivos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O estado de Minas Gerais destaca-se pela produção da cachaça artesanal, sendo o maior produtor do país. Possui cerca de 8.466 alambiques, sendo que 38,6% desses estabelecimentos trabalham exclusivamente com mão-de-obra familiar, o que permite concluir que mais de 3.000 famílias mineiras têm como principal fonte de receita a produção e a comercialização da cachaça (Sebrae, 2001).

Atualmente, com a falta de recursos que garantam a manutenção competitiva do trabalhador rural no campo, torna-se necessária a apresentação de soluções para o desenvolvimento de atividades periféricas, correlacionadas à atividade principal desenvolvida na propriedade rural.

A diversificação de atividades à produção da cachaça é uma alternativa de renda para o produtor e sua família, o que confere melhor utilização dos recursos produtivos, como a terra, insumos e mão-de-obra e, conseqüentemente,

redução do custo de produção das atividades exploradas (Rodrigues Filho & Oliveira, 2002).

Existe uma forte correlação entre a produção de cachaça e a exploração da pecuária leiteira nas propriedades rurais mineiras. Nessas fazendas, o aproveitamento dos resíduos da cultura e do bagaço gerado após esmagamento da cana nas moendas é alternativa de alimento passível de ser utilizada na alimentação dos ruminantes.

Os animais ruminantes apresentam grande capacidade de aproveitamento de fibras vegetais em sua alimentação, sendo, portanto, bastante vantajoso aproveitar essa característica fisiológica nos sistemas de produção de carne e leite, a fim de reduzir os custos e incrementar a produtividade da atividade pecuária. Os alimentos fibrosos são de fundamental importância na alimentação de ruminantes não só do ponto de vista fisiológico, mas também econômico, uma vez que a alimentação representa a maior parte do custo de produção em uma exploração pecuária.

O uso do bagaço como alimento para ruminantes, quer seja *in natura*, fenado ou ensilado, pode resolver o problema de armazenamento desse resíduo nos locais de produção e da baixa disponibilidade de forragem nas épocas críticas do ano, quando há escassez de forragem (Rodrigues & Peixoto, 1983).

A cana-de-açúcar é constituída basicamente de caldo e fibra. O açúcar, que é o produto que interessa para a indústria, está dissolvido no caldo; portanto, o objetivo principal é extrair a maior parte possível deste caldo (Burgi, 1985). Após a extração do caldo, obtém-se o resíduo denominado bagaço. Um objetivo secundário da moagem, porém importantíssimo para a indústria, é a produção de um bagaço final em condições de propiciar uma queima rápida nas caldeiras.

Segundo Sales (2001), nos alambiques, a eficiência de extração do caldo situa-se entre 50 e 60%, podendo chegar a 70% conforme o porte da moenda. A eficiência de extração reflete diretamente no volume de cachaça produzido e no

teor residual de açúcar no bagaço. É importante destacar que o bagaço de alambique se constitui do colmo inteiro, apenas esmagado. Como a eficiência de extração é mais baixa nos alambiques, espera-se que o bagaço tenha um valor energético mais elevado que o bagaço das usinas e destilarias, devido ao maior teor residual de açúcares.

O bagaço proveniente das indústrias de açúcar e álcool vem sendo avaliado por diversos autores visando a sua utilização na alimentação animal. Ainda assim, restam dúvidas quanto à utilização, estocagem e período de conservação do bagaço.

Conforme se pode observar na tabela 4, as características dos bagaços avaliados por diversos autores são bastante variáveis, o que pode ser justificado pelo nível de industrialização, pela variedade da cana e pelas características de cada região.

TABELA 4 Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG), matéria mineral (MM) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do bagaço de cana-de-açúcar

PB	FDN	FDA	CEL	HEM	LIG	MM	DIVMS	
% MS							%	
1,86	85,24	62,33	44,69	22,91	14,89	2,73	33,31	Burgi (1985)
	88,06	57,50	43,65	30,60	11,81		38,66	Castro (1989)
0,80	88,30	54,40	41,70	34,00	12,60	1,40	32,40	Manzano et al. (2000)
2,40	78,50	59,00						Evangelista (2001)*
1,80	94,30	62,70	45,30	31,60	16,50		31,80	Pires et al. (2004b)*
1,40	84,01	63,82		20,19		4,15		Carvalho et al. (2005)
2,32	59,02	38,34	30,30	20,68	7,34	1,22		Carvalho et al. (2006)*

* bagaço de cana proveniente da produção de cachaça

De acordo com Castro (1989), o bagaço *in natura* (BIN) apresenta alta concentração de celulose e hemicelulose e tem grande potencial de fornecimento de energia para ruminantes. Contudo, a presença de lignina e sílica torna a

celulose e a hemicelulose pouco disponíveis ao ataque pelos microrganismos do rúmen e afetam, conseqüentemente, sua utilização pelo animal. Ainda assim, o BIN pode ser utilizado como fonte de fibra para vacas em lactação, em substituição aos alimentos tradicionais.

Carvalho et al. (2005) enfatizam que o potencial nutritivo do bagaço de cana na alimentação animal ainda não foi suficientemente explorado devido às características químicas e/ou físicas que reduzem o seu aproveitamento. O principal problema do bagaço de cana, que limita seu uso na alimentação animal, é o alto teor de fibra e, ao mesmo tempo, a natureza dessa fibra, que o torna um alimento de baixo valor energético.

A baixa digestibilidade da matéria seca do BIN, entre 30 e 35%, a baixa densidade, o alto conteúdo de constituintes da parede celular, os baixos teores protéicos, de conteúdo celular e de minerais limitam o uso deste alimento em quantidades superiores a 30-40% na matéria seca da dieta, visto que o resultado será baixo consumo de matéria seca e desempenho animal (Santos, 1990).

Tratamentos físicos, químicos e biológicos do bagaço têm sido sugeridos a fim de melhorar seu aproveitamento e o desempenho animal (Mello Júnior, 1987). De acordo com Manzano et al. (2000), o emprego de reagentes químicos e uso de tratamento físico incrementam a digestibilidade do bagaço de cana, particularmente das frações fibrosas, o que resulta em maior valor de NDT, permitindo, dessa maneira, menor participação de alimento concentrado no arraçoamento animal.

Porém, há que se considerar que, embora os tratamentos químico e físico para aumentar o valor nutritivo da fração fibrosa da cana sejam tecnicamente viáveis, economicamente são de viabilidade duvidosa. O tratamento químico é limitado pelo alto custo dos produtos químicos e o tratamento físico sob pressão e vapor (auto-hidrólise) exige empreendimentos em larga escala, ficando restrito às usinas e destilarias.

O tratamento químico dos volumosos de baixa qualidade, com amônia anidra, uréia e outros compostos, visa melhorar o valor nutritivo, com aumento de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca, elevando, assim, o consumo e o desempenho dos animais, além de proporcionar melhor conservação do volumoso (Souza Gesualdi et al., 2001). Entretanto, ocorre uma grande variação nos resultados obtidos por diversos autores.

Teixeira et al. (1987) não observaram diferenças estatísticas no consumo e digestibilidade de dietas compostas por bagaço *in natura*, bagaço tratado com 4% de NaOH e bagaço tratado com a combinação de 3% de uréia e 2% de NaOH, avaliadas com ovinos adultos.

Souza Gesualdi et al. (2001) estudaram a composição bromatológica e a conservação do bagaço da cana-de-açúcar tratado com 0, 1, 2 e 4% de amônia anidra, uréia e sulfato de amônio na matéria seca do subproduto e verificaram que o bagaço sem tratamento não apresentou sinal de deterioração durante o experimento, o que foi atribuído ao seu baixo teor de umidade. As fontes de amônia promoveram decréscimo no teor de fibra em detergente neutro do bagaço e houve redução no teor de hemicelulose dos subprodutos tratados com uréia. Houve efeito positivo dos tratamentos no teor de proteína bruta do bagaço.

Num experimento realizado por Saliba et al. (2004) foram determinados a digestibilidade e o consumo de matéria seca, proteína bruta e energia do bagaço de cana oriundo de destilaria de cachaça, fornecido *in natura* e tratado com 2, 3 e 4% de amônia e utilizando uréia para tornar as dietas isoprotéicas (9,43 a 10,86% de PB). Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos quanto à digestibilidade e ao consumo de matéria seca. Porém, o bagaço *in natura* apresentou os mais baixos teores de FDN e FDA, resultando na mais alta digestibilidade da matéria seca (63,97%). Os autores concluíram que a amonização não influenciou o consumo e a digestibilidade da matéria seca e da energia do bagaço de cana.

Thiago & Silva (1984) avaliaram o bagaço de cana *in natura* e tratado com enzimas e concluíram que o tratamento enzimático não melhorou o valor nutricional do bagaço.

Por apresentar teor elevado de matéria seca, o bagaço de cana vem sendo utilizado também como seqüestrante de umidade em silagens de polpa de abacaxi (Alves et al., 2002), resíduo de maracujá (Santos, 1995) e capim-elefante (Tosi et al., 1992), de forma a elevar o teor de matéria seca do material ensilado e favorecer a fermentação.

O bagaço gerado nos alambiques apresenta características distintas do bagaço gerado nas indústrias, já que é submetido apenas a uma moagem simples, passando-se o colmo inteiro pela moenda. Porém, faltam estudos sobre as formas de conservação, valor nutricional e desempenho de animais consumindo esse bagaço.

Uma das formas mais tradicionais de conservar alimentos volumosos é por meio da ensilagem, que é o processo de conservação de forragem em que os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos que, encontrando ambiente ideal, se proliferam e criam condições adequadas à conservação (Pereira & Reis, 2001). Considera-se uma boa fermentação aquela na qual bactérias desejáveis (*Lactobacillus* sp) são estimuladas a converter açúcares presentes na planta em ácido lático (Vilela, 1998).

Para Costa et al. (2001), dentre os fatores que determinam o padrão de fermentação durante a ensilagem, os intrínsecos à forrageira são representados pelo adequado teor de matéria seca (MS), por volta de 35%, elevado teor de carboidratos solúveis e baixo poder tampão. Com relação aos fatores do meio, uma boa fermentação só é garantida em ambiente de anaerobiose pela adoção correta das técnicas de ensilagem, desde a obtenção da forragem, o tamanho de partícula e o carregamento rápido do silo, com compactação para efetiva

expulsão do oxigênio do interior do material, até a perfeita vedação do silo a fim de evitar a infiltração de ar e/ou água.

O teor de matéria seca determina as alterações que podem ocorrer durante o processo de fermentação da forragem. Em forragens mais secas, acima de 50% de MS, as perdas podem ser altas durante o armazenamento em decorrência da compactação inadequada. Por outro lado, com alta concentração de matéria seca tem-se inibição da atividade de bactérias do gênero *Clostridium* (Reis et al., 2004). Segundo Woolford (1984), a atividade clostridiana na silagem com teor de MS entre 35 a 40% é substancialmente reduzida ou inexistente, permitindo que as bactérias ácido lácticas produzam ácido lático suficiente para estabilizar a silagem. O ideal para ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, e para os teores entre 40 a 45%, é recomendável que a forragem seja picada em partículas menores, a fim conseguir melhor compactação (Pereira & Reis, 2001).

A densidade da massa de forragem observada no fechamento do silo determina a quantidade de oxigênio residual. Dentre os fatores que afetam a densidade da massa ensilada destacam-se o peso e a pressão aplicados na compactação, o tempo de compactação, a espessura da camada de forragem colocada no silo, a taxa de enchimento do silo, o teor de MS da forragem e o tamanho de partícula do material (Balsalobre et al., 2001).

Quanto aos carboidratos solúveis, Woolford (1984) e McDonald et al. (1991) afirmam que os teores mínimos que garantem o processo adequado de fermentação estão na faixa de 8 a 10% da matéria seca. Existe uma importante interação entre os conteúdos de carboidratos, a capacidade tampão e o conteúdo de matéria seca, influenciando o padrão de fermentação das silagens.

A capacidade tampão mede a resistência da massa à redução do pH e deve ser baixa, ou seja, a massa ensilada deve permitir uma rápida queda do pH. De acordo com Playne & McDonald (1966), a capacidade tamponante é medida

por meio da quantidade em eq.mg de H^+ que é gasta para abaixar os valores de pH de 6 até 4 de uma forragem, indicando a resistência dos componentes orgânicos e inorgânicos à acidificação durante a conservação. Segundo Lavezzo (1985), o problema de ensilar forrageiras com poder tampão elevado resulta da necessidade de um aumento no teor de ácido láctico, de modo a reduzir o pH para valores adequados, de 3,8 a 4,2.

Para a cana-de-açúcar, Evangelista et al. (2003) obtiveram capacidade tampão muito baixa, de 1,2 eq.mg HCl/100g de MS, o que é favorável ao abaixamento rápido do pH.

O pH é um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade do processo de ensilagem e é um dos fatores capazes de determinar o crescimento e a sobrevivência de microrganismos num alimento. O grupo de bactérias anaeróbias (*Clostridium*) tem efeito pronunciado na qualidade da silagem se os valores de pH não forem suficientemente baixos para inibir o seu desenvolvimento (Reis & Rosa, 2001). Outro fator importante é que o pH baixo aumenta a taxa de hidrólise química de alguns polissacarídeos como a hemicelulose, o que pode reduzir o teor de fibra da forragem ensilada (Van Soest, 1994).

As perdas de um alimento ensilado podem ser quantificadas por meio do desaparecimento de matéria seca ou energia durante o processo de ensilagem, sendo as perdas de energia proporcionalmente menores que as perdas de matéria seca. As maiores perdas por fermentação são promovidas pela atuação de microrganismos do gênero *Clostridium*. Os principais produtos finais deste tipo de fermentação são o ácido butírico, a água e o dióxido de carbono (CO_2), os quais, em conjunto, podem assinalar perdas da ordem de 50 e 18% para matéria seca e energia, respectivamente (McDonald et al., 1991).

Um dos recursos possíveis para alterar a fermentação da planta forrageira no silo e possibilitar a redução de perdas de nutrientes,

particularmente pelo controle da respiração e da fermentação durante o armazenamento, é o uso de aditivos no momento da ensilagem (Vilela, 1984). Segundo Lima & Maciel (1996), os aditivos são substâncias aplicadas à forragem triturada durante a ensilagem que podem reduzir a perda de nutrientes, estimular fermentações desejáveis, enriquecer a silagem e melhorar a aceitabilidade e a digestibilidade do produto final.

Vários fatores podem interferir na eficiência do uso de aditivos na ensilagem de forrageiras, e um dos principais é a espécie a ser ensilada. Além da espécie, a sua composição química, principalmente o teor de umidade associado ao teor de carboidratos solúveis, influencia a fermentação durante o armazenamento (Vilela, 1998).

Na maioria das gramíneas forrageiras, o alto teor de umidade no momento do corte representa o principal desafio para a ensilagem (Nussio et al., 2002; Vilela, 1998). No bagaço de cana, porém, o elevado teor de matéria seca, em torno de 50%, pode dificultar a compactação no silo e o processo fermentativo. A fim de contornar esse problema, a utilização de aditivos capazes de elevar o teor de umidade no momento da ensilagem e de melhorar o valor nutritivo das silagens surge como alternativa.

O melaço, a uréia, a varredura de leite em pó e o soro de queijo são classificados como aditivos estimuladores nutritivos por promoverem aumento no crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico e redução do pH da silagem (Lima & Maciel, 1996) e podem ser utilizados na ensilagem do bagaço, os três primeiros diluídos em água com o intuito de diminuir o teor de matéria seca e favorecer o processo fermentativo. A ponta de cana também pode contribuir para elevar o teor de umidade do bagaço e encontra-se disponível junto com o bagaço.

A uréia é um aditivo que tem sido bastante estudado na ensilagem de gramíneas, é uma fonte potencial de nitrogênio para os animais ruminantes e não

possui nenhuma outra propriedade nutricional. Possui de 42 a 46% de nitrogênio, revelando, então, um equivalente protéico que varia de 262% a 287% (Faria, 1988). Segundo Sarmiento et al. (1999), a uréia é um sólido cristalino produzido tecnicamente a partir da amônia e do dióxido de carbono e apresenta a propriedade de se dissolver facilmente em água, formando a amônia. O objetivo da adição de uréia é melhorar o valor nutritivo da silagem, aumentando o teor de nitrogênio e o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, podendo aumentar a digestibilidade da matéria seca se o teor de nitrogênio da dieta testemunha estiver comprometendo a fermentação ruminal (Vilela, 1984).

A porcentagem de umidade no material no momento da ensilagem influi na eficiência desse aditivo. Para Faria (1988), a adição de uréia só deverá ser feita em plantas forrageiras apresentando teores de 30 a 40% de matéria seca, pois abaixo de 30% haverá perdas consideráveis de uréia por meio do líquido que escorre do silo, ao passo que em silagens com alto teor de matéria seca o valor nutritivo da silagem é reduzido.

No trabalho de Vilela et al. (1982) observou-se que a adição de 1,8% de uréia ao capim-elefante ensilado com 38,6% de MS, depois de ter sido picado e exposto ao sol por seis horas, proporcionou aumento na digestibilidade da matéria orgânica da silagem de 5,4 unidades porcentuais em relação à digestibilidade da silagem não tratada. Nas silagens de capim, a melhora da fermentação e da qualidade da silagem com uso da uréia tem sido mais evidente quando a forragem apresenta teor elevado de matéria seca (Vilela, 1998).

Vilela & Wilkinson (1987) verificaram que a adição de uréia em forragem de capim-elefante ensilado com teores elevados de matéria seca (após emurhecimento) reduziu a zero o teor de ácido butírico e aumentou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Já no caso da adição da uréia à forragem sem emurhecimento, com 22,4% de matéria seca, a silagem apresentou indícios de fermentações secundárias.

Vilela (1998) destaca que a aplicação de uréia promove estabilização da massa ensilada e reduz as perdas de matéria seca. Entretanto, Veiga (1974) observou que a uréia tende a aumentar a alcalinidade da silagem de capim-elefante, principalmente quando utilizada em doses mais elevadas.

A uréia pode ser adicionada em doses de 0,5% a 1% em peso da forragem (Faria, 1988), sendo que adições superiores a 1% podem acarretar redução no consumo. Segundo Davis et al., citados por Veiga (1974), a dose de 1,5% de uréia na silagem de milho proporciona grande redução no consumo e a de 2,5% causa rejeição completa da silagem, até que o excesso de amônia desapareça.

Segundo Silva (1984), o tratamento de volumosos com uréia, seguido de ensilagem, aumenta o teor de proteína bruta do volumoso e melhora os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Porém, doses baixas de uréia, adicionadas aos volumosos preservados por ensilagem, até 2,5% na matéria seca, melhoram o teor de proteína bruta, mas têm pouco ou nenhum efeito sobre a digestibilidade aparente dos componentes não protéicos da silagem, a não ser se o nível de N na dieta estiver comprometendo a fermentação ruminal.

Em muitos trabalhos a adição de uréia resultou em aumento do pH e dos ácidos orgânicos presentes na silagem, tendo sido observadas maiores perdas de matéria seca durante a fermentação (Silva, 1984).

É de conhecimento geral que a qualidade da silagem é dependente da espécie forrageira e dos cuidados adotados durante o processo da ensilagem. A maioria das gramíneas tropicais apresenta baixo teor de carboidratos solúveis, ao contrário da cana-de-açúcar, que apresenta o inconveniente do excesso de açúcares solúveis para o preparo de silagem, resultando num produto caracterizado por extensa fermentação alcoólica, de difícil conservação e de palatabilidade inferior (Peixoto, 1986).

No processo de ensilagem da cana-de-açúcar, o principal problema são as perdas decorrentes da elevada produção de álcool etílico e gás carbônico pelas leveduras. De acordo com Woolford (1984), os principais fatores que possibilitam o rápido desenvolvimento de leveduras nas silagens de cana são os baixos teores de matéria seca (20 a 30%) e a elevada concentração de açúcares solúveis.

Como o bagaço de alambique é um produto que teve grande parte de seu açúcar extraído, espera-se que não ocorra intensa fermentação alcoólica e o uso da uréia possa contribuir para melhorar a qualidade da silagem produzida.

Nussio & Schmidt (2004) relataram que combinações de amônia aquosa e uréia com melaço promoveram queda na produção de etanol em silagens de cana, detectando, ainda, que ambas as soluções apresentaram efeito positivo sobre a preservação das silagens. Doses entre 0,5 a 1% da MV são mais efetivas em reduzir perdas fermentativas nas silagens de cana-de-açúcar, uma vez que, em doses superiores, o poder de tamponamento exercido pela uréia pode ser crítico ao processo de conservação. Segundo os autores, a recuperação de N nas silagens aditivadas com uréia é geralmente alta (acima de 70%), o que deve ser computado como benefício adicional na escolha do aditivo. A inclusão de doses superiores a 1% da MV pode elevar as perdas de forragem deteriorada no silo, possivelmente em virtude do alto tamponamento apresentado por esse aditivo.

A uréia, avaliada por Lima et al. (2002) como aditivo na silagem de cana nas doses 0; 0,5; 1,0 e 1,5%, com base no peso verde da cana, elevou os teores de MS de 27,59% para 37,60% e de PB de 2,41% para 7,70%. Reduziu a FDN de 58,43% para 47,75% (1,0% de uréia) e a FDA de 53,88% para 35,39% na dose 1,5% de uréia, em relação à silagem testemunha. Entretanto, não houve efeito da uréia nos parâmetros fermentativos da silagem.

Santos et al. (2006) avaliaram as características bromatológicas de silagens de cana-de-açúcar e observaram que o material ensilado, quando

aditivado com uréia, apresentou melhoria nos teores de PB, FDN e FDA. A adição de 1% de uréia elevou o teor de PB na MS para 14,37%.

Costa (1987) avaliou a adição de 0; 0,7 e 1,5% de uréia em ração contendo 75% de bagaço de cana tratado com pressão e vapor e 25% de levedura na matéria seca. O fornecimento de nitrogênio não protéico (NNP) promoveu aumento na produção de ácidos graxos voláteis e na digestibilidade da matéria seca e da FDA.

Sarmiento et al. (1999) concluíram que o tratamento do bagaço de cana-de-açúcar utilizando uréia resultou no aumento na DIVMS, PB e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e diminuição na FDN e hemicelulose; entretanto, a MS e FDA não sofreram alterações, demonstrando que a amônia não causa alterações nas frações da celulose e lignina, que são constituintes da FDA. As alterações na digestibilidade do bagaço ocorreram devido a diminuições nos teores de FDN e hemicelulose e ao incremento nos níveis de PB pelo tratamento químico.

Nascimento et al. (1999) trataram o bagaço de cana com uréia líquida a 5%, na proporção de 100 L da solução para 100 kg do resíduo, e conservaram esse material em pequenos silos subterrâneos durante 10, 20 e 30 dias. A incubação com uréia aumentou o porcentual de proteína bruta do bagaço, reduziu a FDA e não afetou a FDN do bagaço de cana. O principal benefício obtido foi o aumento da proteína. A incubação com uréia durante 20 dias resultou em decréscimo da DISMS, o que constituiu um efeito inesperado. A hidrólise com uréia não se mostrou eficiente em reduzir os teores de lignina e, ao contrário do desejado, o nível de lignina no bagaço de cana aumentou aos 10 e 30 dias de incubação. Os autores enfatizam a necessidade de estudos adicionais sobre a viabilidade econômica para a recomendação da incubação com uréia.

Segundo Machado & Madeira (1992), o nível de uréia altera a quantidade de MS insolúvel degradada no rúmen, uma vez que os

microrganismos do rúmen utilizam principalmente $N-NH_3$ para sintetizar suas próprias proteínas e, com isso, se multiplicarem, o que beneficiaria principalmente bactérias celulolíticas, cujo aumento da população resultaria numa maior degradação.

Um benefício adicional da adição de uréia a ser considerado é o de impedir o aparecimento de fungos, proporcionando melhor conservação da silagem.

O melaço, subproduto da industrialização da cana para a produção de açúcar, apresenta Brix médio de 84,95, sólidos totais em torno de 79,95% e açúcares totais da ordem de 56%, constituindo uma excelente fonte de energia para o arraçoamento animal (Santana & Souza, 1984). Tem sido um dos aditivos ricos em carboidratos de fácil fermentação mais utilizados para o favorecimento da fermentação láctica (Silveira et al., 1973). Esse composto tem sido adicionado no momento da ensilagem puro ou diluído em água nas proporções de 3:1 ou 2:1 (Vilela, 1984). Lima & Maciel (1996) enfatizam que o melaço, além de favorecer a fermentação láctica, melhora a aceitabilidade, a digestibilidade e a compactação da silagem. Deve ser utilizado em aspersão, numa quantidade de 2 a 3% em peso da massa ensilada, correspondendo a 20 a 30L da solução por tonelada de forragem triturada.

Santana & Souza (1984) recomendam a associação do melaço com o bagaço de cana nas rações para ruminantes a fim de resolver o problema do excesso de bagaço nas usinas e da baixa disponibilidade de forragem na “época da seca”.

A ensilagem do bagaço adicionado de melaço pode contribuir para favorecer o processo fermentativo e garantir a conservação do material por períodos mais longos. O melaço tem sido incluído em vários estudos, principalmente de ensilagem de capim-elefante, com a finalidade de aumentar o

teor de carboidratos solúveis da massa ensilada e, com isso, estimular a produção de ácido láctico. Todavia, os resultados não têm sido consistentes.

Para Veiga (1974), a eficiência do melaço depende mais do teor de matéria seca do que do conteúdo de açúcar da forragem. O melaço frequentemente aumenta a acidez, o ácido láctico e a preservação de nutrientes. Porém, dados obtidos por Catchpoole, citado por Veiga (1974), permitem notar uma tendência da adição de sacarose produzir silagem de gramíneas com características butíricas. Entretanto, os efeitos do melaço nas perdas na ensilagem não são bem definidos e sua adição quase sempre favorece o valor nutritivo da silagem.

Segundo Silveira et al. (1973), diversos trabalhos experimentais demonstraram que a adição de melaço aos capins e às leguminosas a serem ensilados proporcionou silagens de melhor qualidade que aquelas obtidas sem o uso de preservativos.

A adição de 3% de melaço ao capim-elefante no momento da ensilagem elevou o teor de carboidratos solúveis de 11,7 para 18,8% (Faria, citado por Silveira et al., 1973). Entretanto, comparando níveis crescentes de melaço na produção de silagens de capim-elefante Napier (17% de MS e 9,14% de carboidratos solúveis), Tosi (1973) verificou pequenos efeitos em relação à qualidade da silagem. Por outro lado, Tosi et al. (1995) estudaram o potencial do capim-elefante cv. Mott como planta para ensilagem e constataram que o melaço foi um aditivo indispensável para se obter boa silagem. A adição de 4% de melaço elevou o teor de carboidratos solúveis, inibiu a proteólise e produziu silagem com baixo pH e baixo N amoniacal.

Outro aditivo passível de ser utilizado a fim de facilitar a fermentação no silo é o soro de queijo. O soro é um subproduto da fabricação de queijo, obtido da coagulação do leite por meio de coalho e pela redução do pH; é um líquido de cor verde amarelo e de sabor ligeiramente ácido ou doce, dependendo do tipo de

queijo (Minut, 1951). O soro doce provém dos queijos de coagulação rápida, no qual permanece grande parte ou toda, a lactose do leite. É um subproduto nutritivo que pode ser usado na alimentação animal nas formas líquida, condensada, seca ou desidratada. O soro contém parte das proteínas do leite, lactoalbumina e lactoglobulina, que são de excelente qualidade (Thivend, 1977). O soro é, na maior parte, descartado pela indústria de laticínios, apesar de ser rico em proteínas e lactose, e esse é um dos maiores problemas das indústrias de laticínios, por ser um resíduo com alta concentração de matéria orgânica (Passos citado por Banys, 1999). Segundo Banys (1999), a composição química aproximada, em porcentagem, do soro de queijo líquido é: água, 93,50; sólidos totais, 6,70; proteína, 0,90; NNP, 0,040; lactose, 4,90; cinzas, 0,50; cálcio, 0,43; fósforo, 0,39; lipídeos, 0,3-0,10; acidez, °Dornic 11,5; e pH, 6,45.

Grumann & López (1980) estudaram silagens de milho confeccionadas com diferentes aditivos, dentre eles o soro láctico em pó puro nos níveis de 1, 2 e 3% e associado com 0,5% de uréia, adicionados no momento da ensilagem. A adição de soro láctico em pó elevou os teores de matéria seca, ácido láctico e os coeficientes de digestibilidade *in vitro* das silagens; teve pequena influência sobre os teores de proteína bruta e manteve os teores de N-NH₃, ácidos graxos voláteis e valores de pH em níveis convenientes. Os autores concluíram que o soro láctico foi o aditivo que proporcionou maiores benefícios às silagens de milho. A uréia mais o soro láctico elevaram os teores de matéria seca, proteína bruta e ácido láctico e mantiveram o teor de ácidos graxos voláteis e os valores de pH em níveis convenientes.

Evangelista & Rocha (1997) recomendam que o soro de queijo líquido deve ser utilizado na ensilagem de capim em doses de até 5%. Outra fonte de lactose passível de ser utilizada na ensilagem é a varredura ou raspa de leite em pó, que é o subproduto da indústria láctea que tem sido mais utilizado no arraaçamento de bezerros. Porém, é preciso atentar para o custo de produção da

silagem, já que este resíduo pode ter um preço elevado, pois sua composição é a mesma do leite em pó integral.

A ponta de cana, também chamada olhadura, pode ser fornecida fresca ou ensilada, quer como complemento das pastagens, quer para os animais em confinamento (Santana & Souza, 1984), sendo considerada por Peixoto (1986) opção muito importante do ponto de vista econômico. A ponta de cana consiste de três partes distintas: lâminas, bainha e uma quantidade variável de cana imatura. Segundo Barcelos & Rezende (2002), a ponta de cana é um subproduto da cana que apresenta variações importantes na sua composição, especialmente no teor de fibra. Peixoto (1986) cita teores de matéria seca na ponta de cana fresca variando de 18,46 a 35,2%, proteína bruta, de 3,91 a 5,94%; e fibra bruta, de 27,97 a 47,75%. Souza Gesualdi et al. (2001) registraram, para a ponta de cana, teores de 8,35% de PB, 77,20% de FDN e 44,75% de FDA.

A produtividade da ponta de cana também varia muito dependendo da variedade, da idade, das condições climáticas e das práticas culturais. Pode representar até 18% da produção total de cana, constituindo aproximadamente 19 toneladas de matéria verde por hectare (com 26% de matéria seca), o que, segundo Barcelos & Rezende (2002), é suficiente para alimentar 15 bovinos de peso médio de 300 kg durante 120 dias. A ponta de cana gerada nos alambiques pode ser utilizada para ensilagem, junto com o bagaço de cana.

Quando se pretende avaliar a qualidade nutricional de forragens, é de suma importância a estimativa da degradabilidade, tendo em vista que a degradação e o consumo de forragens geralmente estão diretamente correlacionados e o conhecimento da extensão da degradabilidade de forragens permite a estimativa da ingestão voluntária desses alimentos pelos ruminantes (Paiva et al., 1995).

A técnica do saco de náilon tem sido uma alternativa viável para a avaliação de alimentos para ruminantes, principalmente em função de sua

simplicidade e economicidade (Orskov & McDonald, 1979), além de permitir o acompanhamento da degradação ao longo do tempo (Mehrez & Orskov, 1977).

A degradabilidade e a taxa de degradação são, normalmente, estimadas pela técnica *in situ*, a qual se baseia no desaparecimento da amostra acondicionada em sacos de náilon incubados por diferentes períodos no rúmen. As principais vantagens dessa técnica estão relacionadas à sua rápida e fácil execução, à necessidade de amostras pequenas de alimento e ao fato de permitir o contato íntimo entre o alimento testado e o ambiente ruminal. Por este motivo, essa é considerada a técnica ideal para simular o ambiente ruminal dentro de determinado regime alimentar específico, embora o alimento não vá sofrer os efeitos da mastigação, da ruminação e do escape ruminal (Teixeira, 1997).

Pires et al. (2004a) armazenaram o bagaço de cana-de-açúcar de alambique contendo 50% de MS, sem tratamento, tratado com 2,5% de Na₂S; tratado com 4% de NH₃ e tratado com 2,5% de Na₂S + 4% de NH₃, em silos de superfície com cerca de quatro toneladas, utilizando lona plástica no solo e na cobertura dos silos. O bagaço de cana-de-açúcar ficou armazenado por 10 meses e, após abertura dos silos, amostras foram retiradas, colocadas em sacos de náilon e incubadas em novilhos Holandeses canulados no rúmen. Os autores verificaram maior degradabilidade potencial para o bagaço tratado com NH₃ e com NH₃ mais Na₂S. A degradabilidade da matéria seca (DMS) variou de 38,3 a 65,5% do controle para o bagaço tratado com amônia anidra após período de incubação de 96 horas. Maiores valores da degradabilidade efetiva foram verificados para o bagaço tratado com NH₃ e Na₂S mais NH₃, quando comparados ao controle e Na₂S, que apresentaram comportamentos semelhantes e valores menores. Os autores registraram melhoria na degradabilidade da matéria seca, da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra. Observaram também que

o sulfeto de sódio não apresentou eficiência no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar, mesmo quando associado à amônia anidra.

Machado & Madeira (1992) registraram, para o bagaço cru, uma degradabilidade *in situ* da MS (%/48h) de 35,7% e uma taxa de degradação de 5,50%/h, em bovinos alimentados com uma ração a base de bagaço cru e concentrado.

Deschamps (1994) avaliou a degradabilidade ruminal da MS de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes, incluindo o bagaço de cana, por meio da técnica do saco de náilon, e obteve uma degradabilidade potencial, ajustada para o tempo de 48h, de 30,9% e 15,3% de degradabilidade efetiva a uma taxa de passagem de 5%/h.

Martins et al. (2001) estudaram o efeito da adição de enzimas fibrolíticas sobre a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) do bagaço de cana. Não foram observadas diferenças entre os parâmetros ruminais da MS do bagaço de cana, porém a taxa de degradação da FDN foi superior para o tratamento sem enzima. Conforme os autores, o elevado teor de fibra (85,12% de FDN) pode, também, ter contribuído para a ineficiência das enzimas sobre a degradação da fibra.

Calixto et al. (2003) realizaram pesquisa com o objetivo de determinar o efeito da monensina sódica sobre os parâmetros de degradação da MS, PB e a degradabilidade efetiva para o bagaço de cana hidrolisado e o bagaço cru. Para os parâmetros estudados, a monensina aumentou a taxa de degradação da matéria seca do bagaço cru. A maior degradabilidade da matéria seca do bagaço cru ocorreu por volta das 120h, para ambos os tratamentos. A degradabilidade da matéria seca aumentou lentamente com o tempo de incubação e a kd%/h foi pequena. O tratamento sem monensina apresentou valores inferiores de taxa de degradação da matéria seca em relação ao tratamento com monensina, para o bagaço cru.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de julho de 2004 a junho de 2005, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

O bagaço de cana utilizado foi proveniente do Alambique Bocaina, localizado no município de Lavras, MG. A variedade de cana utilizada foi a RB825336, que apresenta maturação precoce, alto teor de sacarose, média exigência em solos, ótimo perfilhamento e ótima brotação de soqueira e resistência ao carvão, à ferrugem e à escaldadura (Andrade et al., 2002).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos no esquema de classificação hierárquica, sendo avaliados os efeitos dos aditivos, cada um deles em diferentes doses. O modelo estatístico do experimento foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + d_{(i)j} + e_{ijk},$$

Em que:

Y_{ijk} = resposta observada (efeito do aditivo i na dose j na repetição k);

μ = constante atribuída a todas as observações;

t_i = efeito do aditivo i com $i = 1, \dots, 5$;

$d_{(i)j}$ = efeito da dose j dentro do aditivo i com $j = 1, \dots, 4$;

e_{ijk} = erro experimental associado à Y_{ijk} , que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Os tratamentos consistiram do bagaço de cana aditivado nas seguintes doses:

Uréia pecuária: 0; 0,5; 1,0 e 1,5% da MV;
Melaço em pó: 0; 2; 4 e 6% da MV;
Varredura de leite em pó: 0; 1,5; 3,0 e 4,5% da MV;
Soro de queijo líquido: 0; 5; 10 e 15% da MV;
Ponta de cana: 0; 10; 15 e 20% da MV.

A parcela experimental foi constituída por unidade de silo, num total de 60 silos.

O bagaço de cana foi picado em partículas de aproximadamente cinco cm, utilizando-se ensiladora da marca Libeck L-12, com demanda de potência 20/25 HP, com oito facas. Para o preparo das silagens, o bagaço e os aditivos foram pesados nas devidas proporções e cada mistura foi homogeneizada antes de ser ensilada. Os aditivos uréia, melaço e varredura de leite em pó foram diluídos em água, numa relação de 1:3. O soro de queijo e a ponta de cana foram utilizados diretamente.

A uréia utilizada apresentava, em sua composição, 46% de nitrogênio. O melaço, segundo o rótulo da embalagem, apresentava teores mínimos de 95,00% de matéria seca e 50% de açúcares totais (expresso em açúcar invertido), 3% de proteína bruta e um máximo de 25% de matéria mineral e 27% de outros carboidratos, além de conter os micro-elementos Co, Cu, Mn, Zn e I. A varredura de leite em pó apresentava a mesma composição do leite em pó integral, com teores de 38% de carboidratos, 27% de PB, 26% de gorduras totais, 0% de fibra e 0,92% de cálcio. O soro de queijo foi utilizado fresco e apresentava uma composição aproximada de 7% de sólidos totais, com 4,9% de lactose e 0,9% de material nitrogenado. A ponta da cana utilizada apresentou teor de 31,5% de matéria seca, 5,2% de proteína bruta, 64,94% de FDN, 36,34% de FDA, 7,89% de lignina, 30,28% de celulose, 28,6% de hemicelulose e 3,84% de cinzas, com base na matéria seca.

Foram retiradas amostras do material original antes da ensilagem para determinação da composição bromatológica e do poder tampão (Playne & McDonald, 1966). Foi determinado o teor de açúcares totais do bagaço *in natura* pelo método Antrona (Dische, 1962).

Como silos experimentais foram utilizados canos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. A densidade utilizada foi de 450 kg de massa verde/m³. A compactação foi realizada com soquetes de ferro e o fechamento, com tampas de PVC dotadas de válvula tipo Bunsen, lacradas com fita adesiva.

Os silos foram abertos cento e cinquenta dias após a ensilagem. Na coleta das amostras foram desprezados os cinco cm da porção superior e inferior dos silos. Após esse procedimento, a silagem foi homogeneizada e retirada uma amostra para as análises em laboratório e outra para determinação imediata do pH. Por ocasião das análises laboratoriais, as amostras foram pré-secadas em estufas a 60° C por 72 horas, moídas em moinho estacionário com peneira de 1 mm e acondicionadas em potes plásticos tampados.

Os parâmetros avaliados foram os teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas, adotando as normas da A.O.A.C. (1975), fibra em detergente neutro (%FDN), fibra em detergente ácido (%FDA), celulose (%CEL), hemicelulose (%HEM) e lignina em permanganato de potássio (%LIG) de acordo com Van Soest et al. (1991).

Os resultados das análises bromatológicas foram submetidos à análise de variância e à regressão polinomial, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2000).

As silagens de bagaço de cana-de-açúcar produzidas com níveis intermediários dos aditivos e com a combinação das doses 1% de uréia e 4% de melaço foram avaliadas quanto à degradabilidade *in situ* pela técnica do saco de náilon descrita por Orskov & McDonald (1979) e modificada por Nocek (1988). As amostras das silagens foram moídas em moinho dotado de peneira com

porosidade de cinco mm, após secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Aproximadamente 1g de amostra foi usado em sacos de náilon com porosidade média de 60 µm, medindo 5 x 7,5 cm.

Foram utilizadas três vacas Jersey, não lactantes, com peso médio de 350 kg, fistuladas e providas com cânulas ruminais permanentes de látex, após a adaptação a uma dieta de cana-de-açúcar.

A incubação foi feita de forma seqüencial nos tempos 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, em ordem decrescente, nas três vacas, eliminando o efeito de animal. Três sacos/ tratamento/ tempo/ animal foram depositados na porção ventral do rúmen, contidos em sacolas de náilon telado. Os sacos referentes ao tempo zero hora foram introduzidos na massa ruminal e imediatamente retirados, sendo utilizados para o cálculo da fração solúvel.

Após a incubação, os saquinhos foram mantidos em água com gelo e lavados manualmente em água corrente, até que se tornasse limpa, e secos em estufa de ventilação forçada a 60°C até atingirem peso constante (12h).

A degradabilidade da matéria seca foi determinada pela diferença entre os pesos da amostra incubada e do resíduo obtido, ajustado pelo procedimento de regressão não linear proposto por Gauss-Newton (Neter et al., 1985), contido no pacote estatístico SAEG (Ribeiro Júnior, 2001) para a equação de Orskov & McDonald (1979):

$$Y = a + b(1 - e^{-ct}), \text{ em que:}$$

Y= Degradabilidade acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t;

a = Intercepto da curva de degradabilidade quando t = 0, representando a fração solúvel;

b = Fração insolúvel potencialmente degradável;

a + b = Degradabilidade potencial, independente do tempo;

c = Taxa de degradação da fração b.

A degradabilidade efetiva foi calculada pela fórmula:

$$P = a + (b * c) / (c + k), \text{ em que:}$$

P = Degradabilidade ocorrida na taxa de passagem k;

k = Taxa de passagem ruminal do alimento.

A taxa de passagem adotada foi de 5 %/hora.

Foram obtidos os valores da fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), degradabilidades efetiva e potencial e fração indegradável de matéria seca das silagens de bagaço de cana-de-açúcar com aditivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Açúcares totais, matéria seca, proteína bruta, cinzas, capacidade tampão e pH

Todas as silagens encontravam-se com aspecto bom, cheiro característico, ocorrendo pequena perda na parte superior de alguns silos, o que pode ser atribuído a uma provável entrada de ar ou compactação deficiente dessa porção.

O teor de açúcares totais no bagaço foi de 16,4% na MS, portanto acima da faixa de 8 a 10% de carboidratos solúveis na MS, o que, segundo Woolford (1984) e McDonald et al. (1991), seria o mínimo para garantir o processo adequado de fermentação.

A análise de variância mostrou que houve efeito dos aditivos ($P < 0,05$) nos teores de MS, PB, cinzas, CT e pH, tanto no material original como nas silagens (Anexo B). Os resultados médios das análises realizadas com o material original e após ensilagem estão expressos na tabela 5 e permitem comparar o efeito dos aditivos.

TABELA 5. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas no material original e nas silagens de bagaço de cana com aditivos e da capacidade tampão (CT) no material original e pH nas silagens

Tratamento	MS (%)	Material original		
		PB	CINZAS	CT
		% da MS		Eq.mgHCl/100g MS
Uréia	50,43 d	6,09 d	0,90 a	1,02 a
Melaço	45,42 a	2,44 a	2,01 c	2,16 b
Varredura leite pó	45,59 a	3,20 c	1,16 b	2,78 c
Soro queijo	47,12 b	2,42 a	0,95 a	2,27 b
Ponta cana	48,54 c	3,00 b	1,10 b	2,80 c
CV %	2,21	6,31	11,17	7,79
Tratamento	MS (%)	Silagem		
		PB	CINZAS	pH
		% da MS		
Uréia	46,02 d	6,54 d	1,01 a	3,88 d
Melaço	40,54 a	2,28 a	2,44 c	3,86 d
Varredura leite pó	41,56 b	3,21 c	1,50 b	3,65 b
Soro queijo	44,10 c	2,37 a	0,93 a	3,58 a
Ponta cana	39,69 a	2,98 b	1,45 b	3,71 c
CV %	2,82	6,00	11,44	1,00

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Scott Knott ($P > 0,05$).

O bagaço adicionado de melação e varredura de leite em pó apresentou os mais baixos teores médios de MS (45,42 e 45,59%, respectivamente), e com a adição de uréia, o mais elevado (50,43%). Os teores médios de MS no bagaço de cana com a inclusão das diferentes doses dos aditivos são considerados elevados para ensilagem, uma vez que ultrapassam o nível de 45%, bem acima da faixa de 25 a 35% de MS considerada por Cheeke, citado por Freitas et al. (2006), como o ideal para obtenção de silagens de boa qualidade.

Houve efeito da dose dos aditivos ($P < 0,05$) no teor de MS no bagaço antes de ensilar (Anexo B). A análise de regressão demonstrou efeito quadrático da dose de uréia e efeito linear negativo ($P < 0,05$) das doses de melação, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana no teor de MS no bagaço (figura 1).

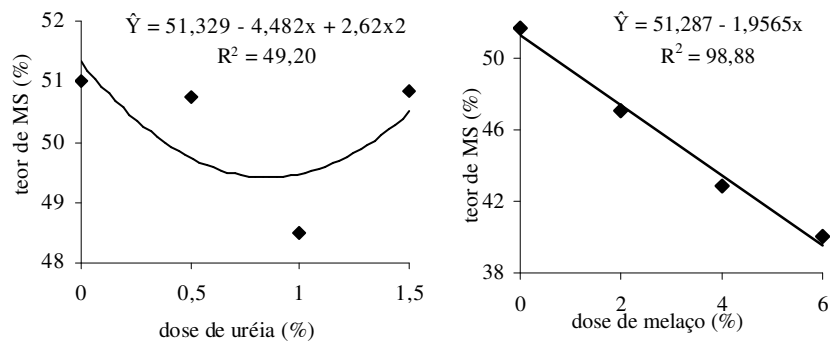
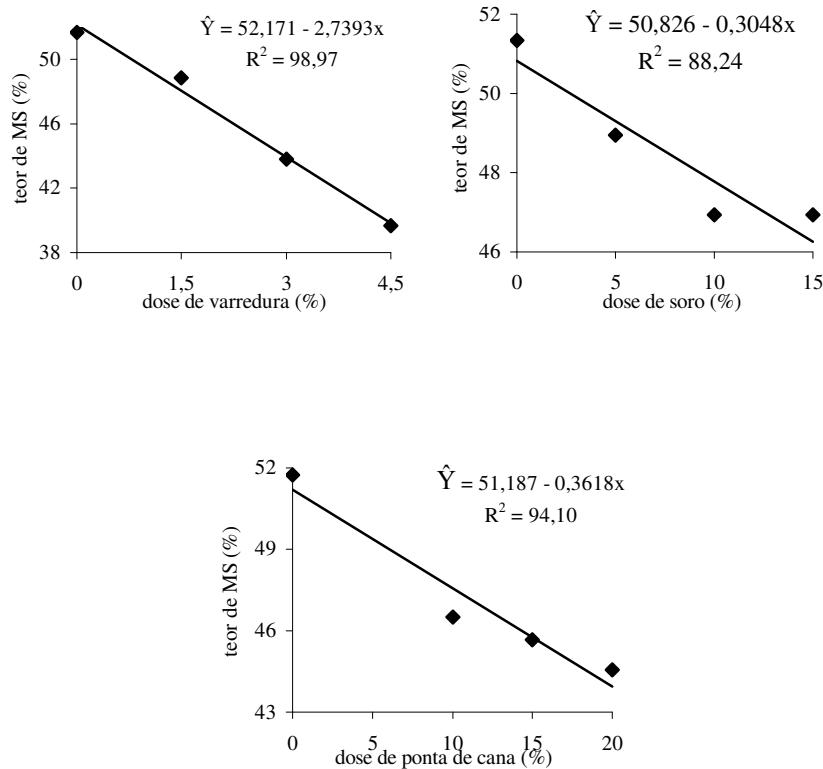


FIGURA 1. Efeito das doses dos aditivos uréia, melação, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana no teor de matéria seca no bagaço de cana (...continua...)

FIGURA1, Cont.



A redução no teor de matéria seca no bagaço com o uso dos aditivos era esperada, pois a uréia, o melão e a varredura de leite em pó foram diluídos em água, numa relação de 3:1 v/v de água/aditivo, e quanto maior a dose do aditivo, maior a quantidade de água adicionada; o soro foi utilizado na forma líquida *in natura*. Como as doses de uréia avaliadas foram baixas, a quantidade de água utilizada foi pequena. Com isso, a uréia pouco contribuiu para redução no teor de MS no bagaço, e o menor teor foi obtido com a dose de 0,9% (49,43%), estimado pela equação de regressão. Embora tenha havido efeito da dose de uréia no teor de MS no bagaço, o coeficiente de determinação foi muito

baixo, indicando que apenas 49,20% da variação ocorrida nesse parâmetro foi devida à variação na dose de uréia.

O melaço e a varredura foram os aditivos que causaram maiores reduções no teor de MS no bagaço. Com o uso de doses crescentes de melaço e varredura, os teores de MS foram reduzidos de 51,29 para 39,55% e de 52,17 para 39,85%, respectivamente, sendo esses valores estimados pelas equações de regressão. Os níveis mais elevados de soro de queijo e de ponta de cana proporcionaram teores respectivos de MS de 46,25 e 43,86%, que são considerados elevados para ensilagem, podendo acarretar dificuldades na compactação do material no silo. O teor de MS da ponta de cana utilizada foi de 31,5%, portanto inferior ao do bagaço, que foi de aproximadamente 50%, justificando sua contribuição para abaixamento no teor de MS no bagaço.

O processo de ensilagem promoveu redução no conteúdo de MS do bagaço e suas misturas, o que pode ser atribuído à perda de carboidratos solúveis (CS) durante a fermentação, o que, segundo Pedroso (2003), resulta também na produção de água, diminuindo o teor de MS da forragem. Não houve produção de efluentes em nenhum dos tratamentos, podendo-se inferir que a redução nos teores de MS foi causada pela transformação de carboidratos em ácidos, pela perda de CS na forma de gases e pela produção da “água de metabolismo”. As perdas decorrentes da atividade clostridiana também podem ser descartadas, uma vez que todas as silagens apresentaram teor de MS elevado, acima de 39,6%.

Segundo Woolford (1984), a atividade clostridiana na silagem com alto teor de MS é substancialmente reduzida ou inexistente, permitindo, assim, que as bactérias ácido lácticas produzam ácido láctico suficiente para estabilizar a silagem. Por outro lado, as leveduras são estimuladas pelo alto teor de MS da silagem, sendo encontradas mais frequentemente em silagens com alto teor de açúcares residuais (McDonald et al. 1991), podendo ocasionar perdas nas silagens.

A adição das doses de uréia proporcionou silagens com o teor médio de MS mais elevado (46,02%) e perda de 4,41 unidades percentuais de MS em relação ao bagaço não ensilado. Como a uréia foi diluída adotando-se uma relação água:uréia de 3:1 v/v, a quantidade de água utilizada foi muito pequena, resultando num material original com alto teor de matéria seca, com média de 50,43%. A diferença no teor de MS entre o bagaço e a silagem adicionados de uréia foi de 4,44 unidades percentuais, que representa a quantidade de MS perdida com o processo de ensilagem.

As silagens produzidas com a inclusão de ponta de cana e melaço apresentaram os teores mais baixos de MS, com média de 39,69 e 40,61%, respectivamente, revelando também as maiores perdas de MS, com decréscimos respectivos de 8,85 e 4,88 unidades percentuais em relação ao material original.

O soro de queijo foi o aditivo que promoveu a menor perda de MS, com diferença de 3,02 unidades percentuais entre o teor médio de MS no bagaço e na silagem. As perdas de MS observadas nas silagens confeccionadas com a varredura do leite em pó também foram baixas, com 4,03 unidades percentuais, evidenciando uma possível contribuição da lactose no processo fermentativo.

Houve efeito das doses dos aditivos ($P < 0,05$) no teor de MS nas silagens, à exceção da uréia (Anexo B). A análise de regressão mostrou efeito linear negativo ($P < 0,05$) do nível de melaço, varredura de leite em pó e ponta de cana no teor de MS nas silagens e efeito quadrático do nível de soro (figura 2).

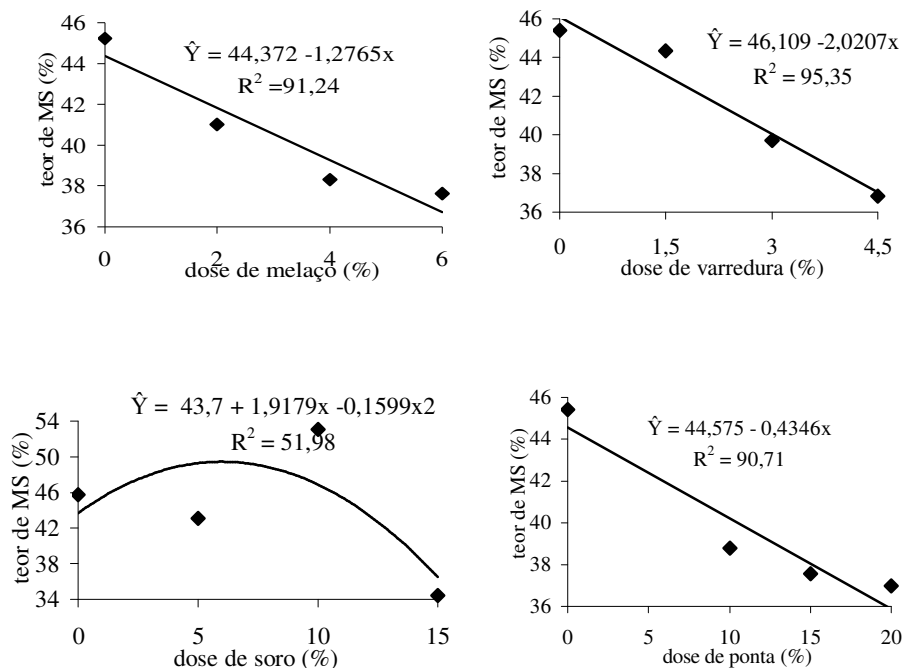


FIGURA 2. Efeito das doses dos aditivos melão, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana no teor de matéria seca nas silagens de bagaço de cana

À medida em que se aumentaram as doses dos aditivos melão, varredura e ponta de cana, o teor de matéria seca nas silagens foi reduzido. Silagens com teores estimados pela equação de regressão, inferiores a 40% de MS, foram obtidas com doses superiores a 3,5% de melão, 3,1% de varredura de leite em pó e 11% de ponta de cana. Houve efeito quadrático da dose de soro no teor de MS nas silagens, sendo que doses superiores a 14% de soro de queijo proporcionaram silagens com teor de MS inferior a 40%. Porém, o coeficiente de determinação foi muito baixo (51,98%).

A uréia não afetou o teor de MS nas silagens de bagaço de cana ($P > 0,05$). Esse resultado é semelhante ao obtido por Souza Gesualdi et al.

(2001), que não observaram efeito da uréia no teor de MS do bagaço tratado. Lima et al. (2002) obtiveram resultados contrários quando avaliaram silagens de cana produzidas com níveis de 0 a 1,5% de uréia na MV e observaram que, no nível 1,5%, o teor de MS elevou-se de 27,59 para 33,42%, sendo este o maior teor obtido. Não se observou diferença significativa do nível 0 para 0,5% e aumento no teor de MS quando se utilizou 1% de uréia, com 29,19% de MS.

O teor médio mais elevado de PB no bagaço antes de ensilar (tabela 5) foi obtido com a adição de uréia (6,09%), e o melaço e o soro de queijo proporcionaram os teores mais baixos (2,44 e 2,42%, respectivamente). Com o uso de varredura de leite em pó e ponta de cana, o bagaço apresentou teores intermediários de PB, com 3,20 e 3,00%, respectivamente.

Houve efeito das doses de todos os aditivos ($P < 0,05$) no teor de PB no bagaço, antes de ensilar (Anexo B). Houve resposta ($P < 0,05$) linear no teor de PB no bagaço em função do aumento nas doses de uréia, varredura de leite em pó e soro de queijo e resposta quadrática para as doses de melaço e ponta de cana (figura 3).

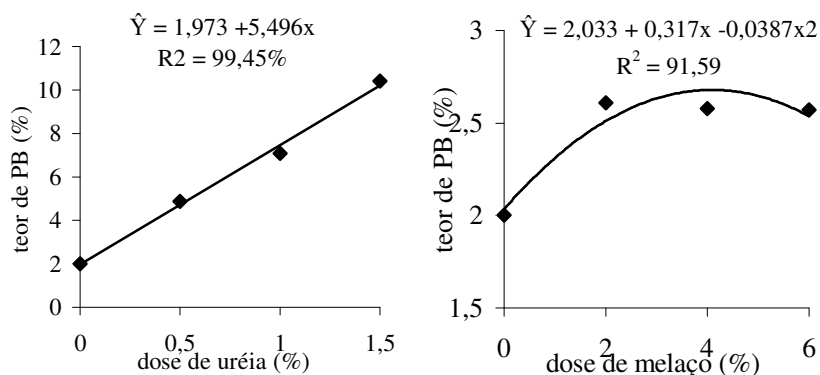
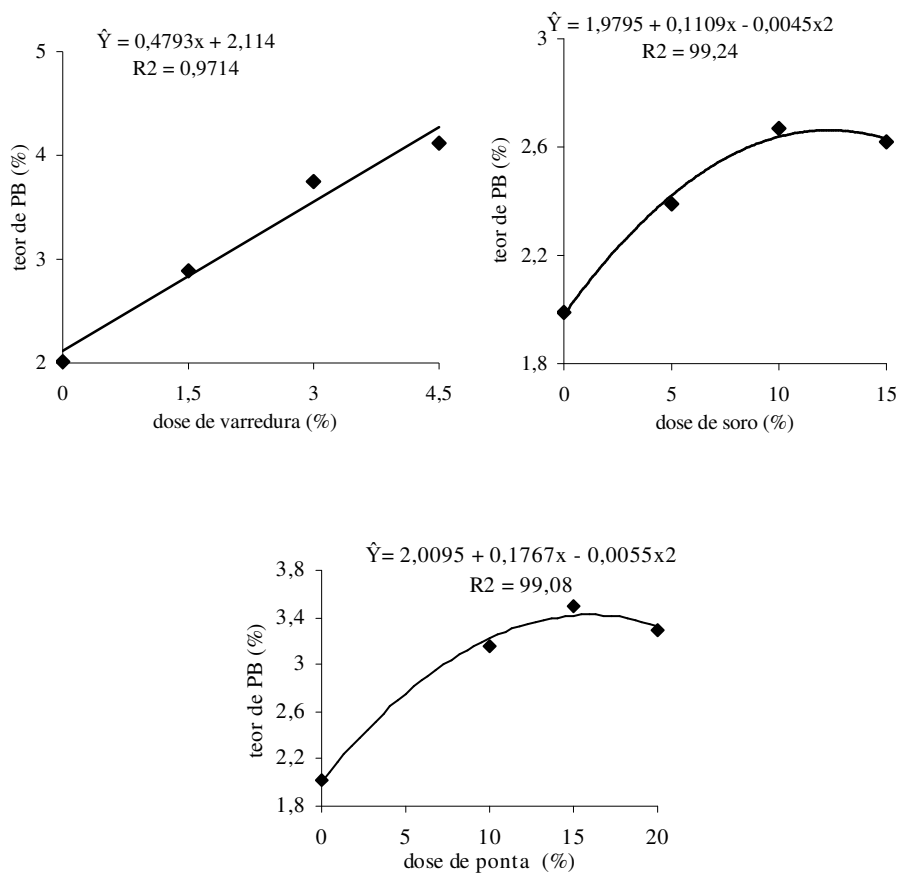


FIGURA 3. Efeito das doses dos aditivos uréia, melaço, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana no teor de proteína bruta no bagaço de cana (...continua...)

FIGURA 3. Cont.



A inclusão de uréia em doses crescentes elevou linearmente o teor de PB no bagaço de 1,97 a 10,22%, representando um incremento superior a 400%. Com base na equação de regressão, doses acima de 0,75% de uréia proporcionaram teor de PB superior a 6% no bagaço. Portanto, não se recomenda a inclusão da uréia no bagaço de cana em doses inferiores a 0,75% da MV. Souza Gesualdi et al. (2001) estudaram a composição bromatológica e a conservação do bagaço da cana-de-açúcar tratado com 0, 1, 2 e 4% de uréia na matéria seca do subproduto e os teores de PB encontrados foram de 2,1%,

3,78%, 4,08% e 7,04%, respectivamente. O incremento no teor de PB do menor para o maior nível de uréia foi de 235%, e o obtido neste trabalho foi bem superior.

Com a utilização do melaço, o maior teor de PB (2,68% na MS) foi obtido com a dose de 4%. A dose mais elevada de varredura de leite (4,5%) proporcionou teor de PB de 4,27% no bagaço. Para o soro de queijo e ponta de cana, obtiveram-se os teores mais elevados com a inclusão das doses 12 e 16%, respectivamente, com 2,66 e 3,13% de PB na MS. Entretanto, nenhum desses aditivos proporcionou teor mínimo recomendado de PB no bagaço de cana.

A uréia promoveu um incremento médio de 7,8% no teor de PB das silagens (6,54%), em relação ao material antes da ensilagem (6,09%), portanto bem acima do preconizado por Rotz & Muck (1994), que citam um aumento de 1 a 2% na concentração da PB em razão das modificações que ocorrem durante a fermentação da forragem. O aumento no teor de PB não foi confirmado neste trabalho para as silagens produzidas com os aditivos melaço, ponta de cana, soro de queijo e varredura de leite em pó (tabela 5).

O melaço e o soro de queijo foram os aditivos que originaram as maiores quedas no teor médio de PB quando se compararam o material original e a silagem produzida, com reduções de 0,16 e 0,05 unidades percentuais, respectivamente. As silagens produzidas com a ponta de cana revelaram uma diminuição de 0,02 unidades percentuais no teor de PB, e com a varredura de leite em pó o teor foi mantido.

O melaço e o soro proporcionaram silagens com os mais baixos teores médios de PB (2,28 e 2,37%, respectivamente) e a uréia, o mais elevado (6,54%). A uréia foi o único aditivo que proporcionou silagens com teor de proteína acima de 6%, citado por Mertens (1994) como o nível mínimo para que este nutriente não seja limitante para fermentação dos carboidratos estruturais pela flora microbiana no rúmen.

Houve efeito das doses de todos os aditivos ($P < 0,05$) no teor de PB nas silagens (Anexo B). Houve resposta ($P < 0,05$) linear no teor de PB nas silagens em função do aumento nas doses de inclusão de uréia, melaço, varredura de leite em pó e soro de queijo e resposta quadrática para as doses de ponta de cana (figura 4).

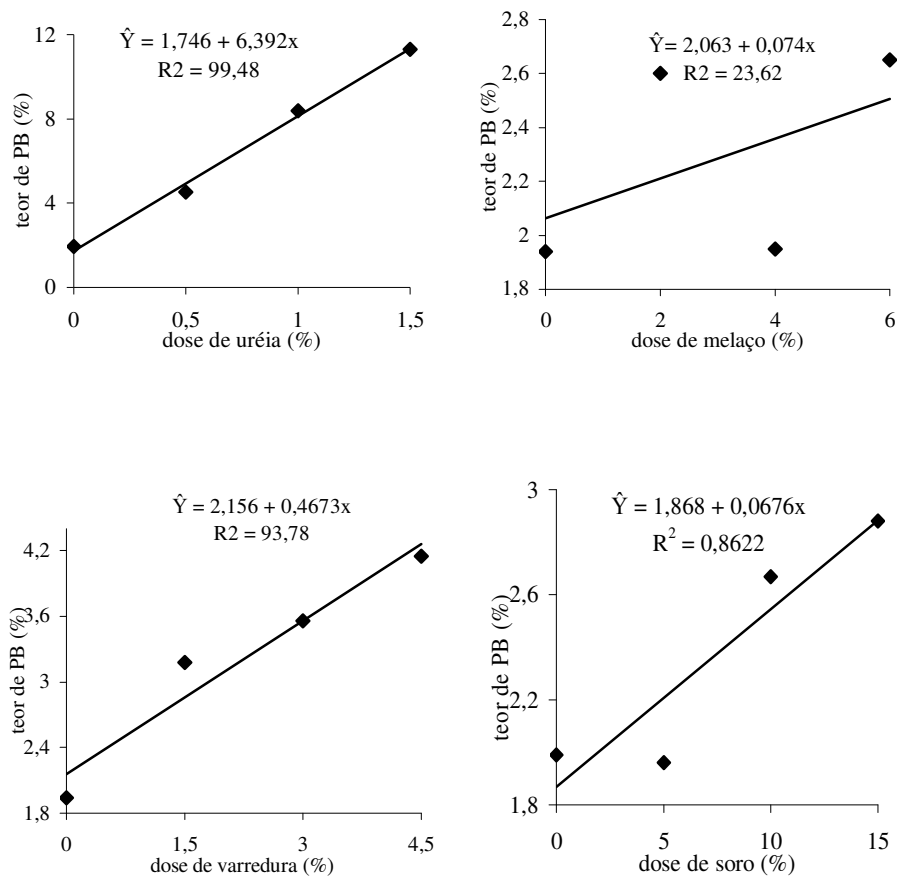
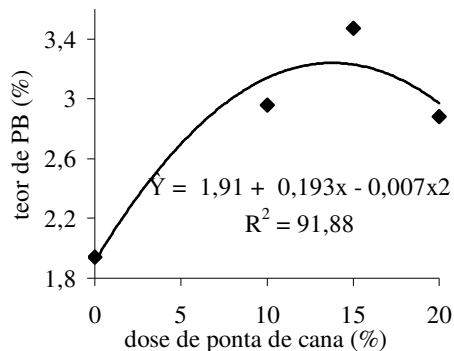


FIGURA 4. Efeito das doses dos aditivos uréia, melaço, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana no teor de proteína bruta nas silagens de bagaço de cana (...continua...)

FIGURA 4. Cont.



A inclusão de uréia em doses crescentes elevou linearmente o teor de PB nas silagens de bagaço de 1,75 a 11,34%, representando um incremento de quase 550%, aumento bastante significativo, uma vez que Lima et al. (2002) observaram que a adição de 1,5% de uréia elevou o teor de PB da silagem de cana de 2,41% para 7,70%, o que corresponde a um aumento de 220%, sendo o obtido neste trabalho bem superior. Para Nascimento et al. (1999), o aumento de proteína bruta obtido com a hidrólise da uréia depende da quantidade de nitrogênio fixado, dependendo do teor original de proteína. Os aumentos nos percentuais de proteína bruta são relativamente maiores nos resíduos com menor conteúdo inicial de proteína bruta, os quais se beneficiam mais da hidrólise com uréia, que é o caso do bagaço de cana. Nas silagens de bagaço de cana, doses superiores a 0,67% de uréia corresponderam a teores de PB acima de 6%.

O melaço apresentava teor de 3% de PB na MS e não é utilizado com a intenção de promover elevação no teor protéico das silagens, mas sim fornecer carboidratos solúveis para garantir um processo de fermentação adequado. Ainda assim, promoveu pequena alteração no teor de PB das silagens, sendo

que, no bagaço ensilado puro, o teor estimado foi de 2,06, e quando acrescido de 6% de melaço, aumentou para 2,50%. Porém, o coeficiente de determinação obtido foi muito baixo (23,62%), evidenciando que outros fatores possam ter interferido nos resultados.

Com a adição de 4,5% de varredura de leite em pó, o teor de PB da silagem elevou-se de 2,16 para 4,26%. O aumento no teor de PB era esperado, uma vez que a varredura apresentava teor protéico de 27% na MS. Mas, ainda assim, o teor máximo de PB obtido é inferior ao mínimo necessário para o bom funcionamento do rúmen.

O soro de queijo também promoveu aumento linear no teor de PB das silagens, proporcionando um incremento de 54% comparando-se as doses 0% e 15% de inclusão, quando se obtiveram 2,88 % de PB na MS com a dose maior.

A ponta de cana apresentava teor de 5,35% de PB na MS, e com a inclusão da dose 14%, elevou o teor de PB até 3,24 %, que foi o teor máximo obtido. Esperava-se que a adição de doses crescentes de ponta promovesse aumento crescente no teor de PB nas silagens, já que o teor de PB na ponta é superior ao encontrado no bagaço.

O bagaço adicionado de uréia e soro de queijo apresentou os mais baixos teores médios de cinzas (0,90 e 0,95%, respectivamente), e quando acrescentado de melaço, o mais elevado (2,01%). A varredura de leite em pó e a ponta de cana proporcionaram teores semelhantes (1,16 e 1,10%, respectivamente). Todas as misturas de bagaço com os aditivos apresentaram baixos teores médios de cinzas, o que já era esperado, uma vez que o bagaço é subproduto de um material pobre em minerais, que é a cana de açúcar, e os aditivos foram utilizados em níveis relativamente baixos.

Não houve efeito ($P < 0,05$) das doses dos aditivos uréia e soro de queijo no teor de cinzas no bagaço (Anexo B). A análise de regressão mostrou efeito

linear positivo das doses de melação, varredura de leite em pó e ponta de cana no teor de cinzas no bagaço (figura 5).

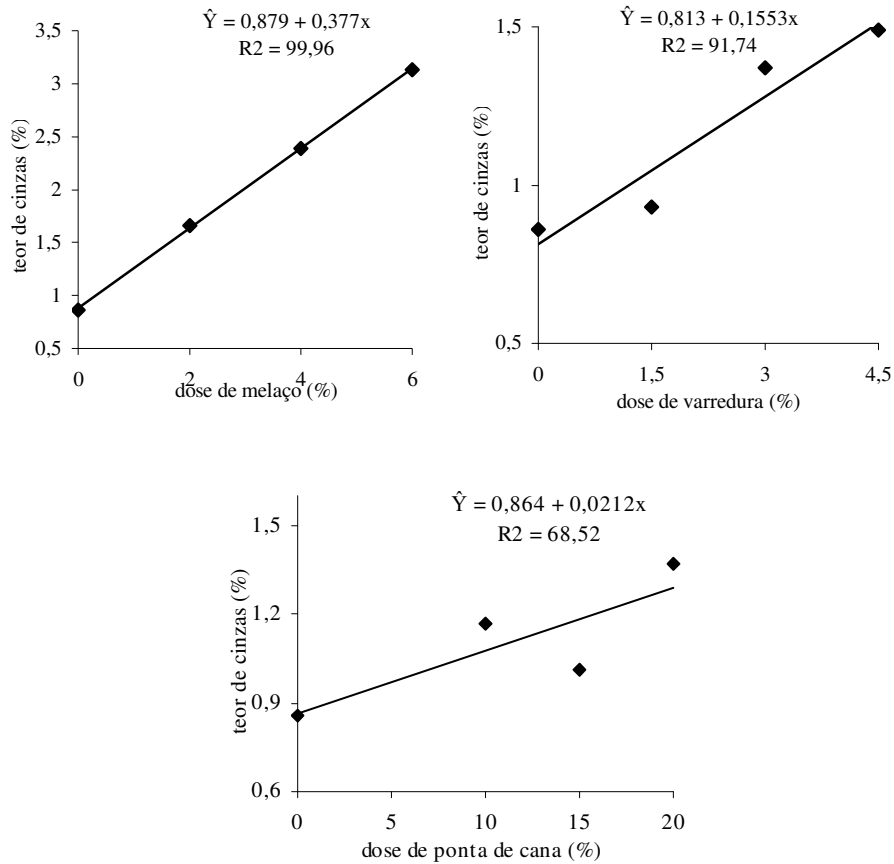


FIGURA 5. Efeito das doses dos aditivos melação, varredura de leite em pó e ponta de cana no teor de cinzas no bagaço de cana

Os teores máximos de cinzas obtidos no bagaço com a adição de melação, varredura e ponta de cana foram de 3,14, 1,52 e 1,28% da MS, respectivamente, que são valores baixos. O coeficiente de determinação foi baixo (68,52%) para a ponta de cana. Dentre os subprodutos avaliados, o melação

é o mais rico em matéria mineral, justificando, assim, a obtenção de teores mais elevados de cinzas com a sua utilização.

Comparando os teores de cinzas no material antes e após ensilagem, observa-se que a ensilagem promoveu elevação no teor de cinzas no bagaço. Porém, como a fração cinzas praticamente não sofre efeito da fermentação, as diferenças ocorridas podem ser atribuídas ao desaparecimento de frações solúveis, obtendo-se, assim, elevação proporcional, uma vez que as análises são realizadas por métodos gravimétricos. O soro de queijo foi o único aditivo que promoveu redução no teor médio de cinzas com a ensilagem, porém com uma diferença muito pequena, de 0,02 unidades percentuais.

O melaço foi o aditivo que proporcionou silagens com o teor de cinzas mais elevado (2,44%); entretanto, os maiores incrementos em relação ao material original foram obtidos com a varredura de leite em pó (0,34 unidades percentuais) e a ponta de cana (0,35 unidades percentuais). Rodrigues & Peixoto (1988) obtiveram, com a silagem de bagaço de cana extraído por moenda, teores mais elevados de cinzas, com 4,68%.

Houve efeito da dose dos aditivos ($P < 0,05$) no teor de cinzas nas silagens, exceto para uréia (Anexo B). A análise de regressão revelou efeito linear da dose de melaço e varredura de leite em pó e efeito quadrático da dose de soro de queijo e ponta de cana ($P < 0,05$) no teor de cinzas das silagens produzidas com o bagaço de cana (figura 6).

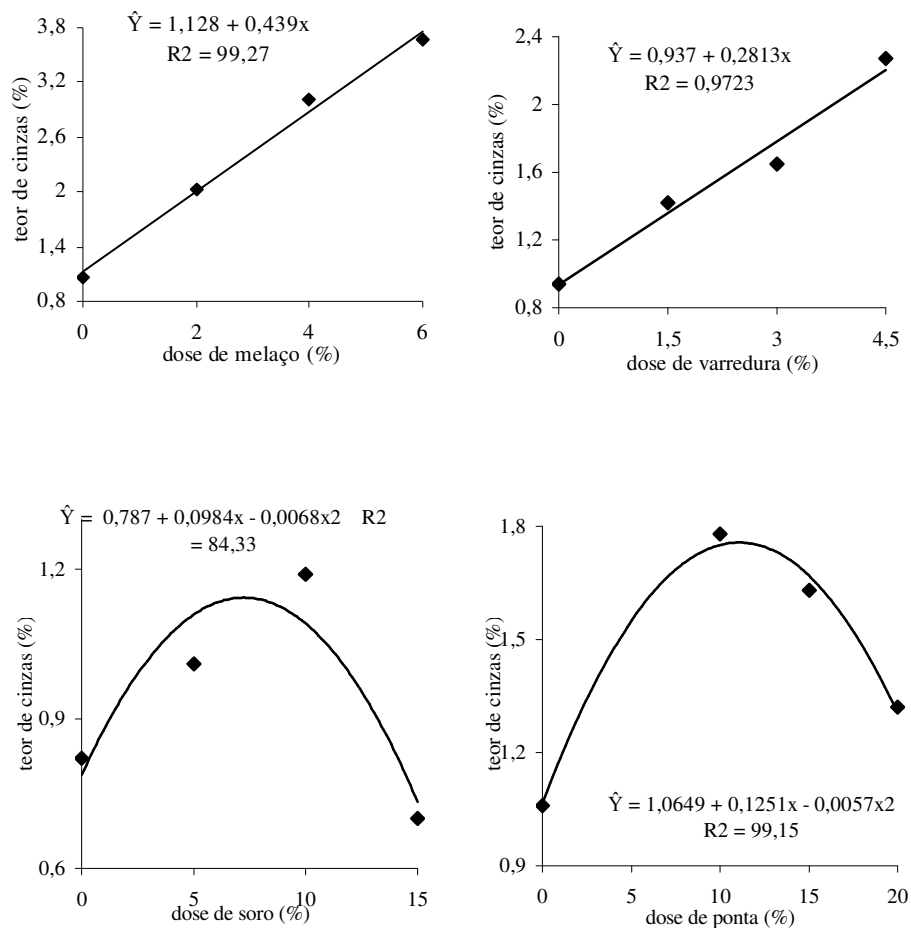


FIGURA 6. Efeito das doses dos aditivos melão, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana no teor de cinzas nas silagens de bagaço de cana

Dentre os aditivos utilizados nas silagens, o melão, por ser o mais rico em minerais, até 25% da MS, proporcionou os maiores aumentos no teor de cinzas das silagens. A silagem de bagaço puro apresentou teor de cinzas estimado em 1,13% e a silagem de bagaço com a inclusão de 6% de melão atingiu teor de 3,76%.

A varredura de leite em pó proporcionou a obtenção de silagens com teores de cinzas na MS variando de 0,94 a 2,20%, com o bagaço puro e com a inclusão de 4,5% do aditivo, respectivamente.

O soro de queijo promoveu elevação no teor de cinzas na silagem quando utilizado até a dose de 8,6%, quando se obteve o valor máximo de 1,13%. A adição de doses superiores promoveu redução no teor de cinzas. O teor mais baixo foi obtido com a adição de 15% de soro, que proporcionou teor de 0,73% na MS.

A inclusão da ponta de cana proporcionou aumento no teor de cinzas na MS das silagens, que passou de 1,06% na silagem de bagaço puro para 1,72% na silagem com 11% de ponta de cana. A inclusão em doses mais elevadas acarretou uma redução no teor de cinzas da silagem, atingindo 1,29% com a inclusão de 20% de ponta de cana. A ponta de cana utilizada apresentou teor de 3,84% de cinzas na MS e esperava-se que a adição em níveis mais elevados contribuísse para elevar o teor de cinzas na silagem de forma linear.

A capacidade tampão é um parâmetro que influencia a qualidade final da silagem por ser um dos determinantes da velocidade de redução do pH. A CT média do bagaço foi baixa para todos os aditivos, sendo que o menor valor foi obtido quando se utilizou a uréia, com média de 1,02 eq.mgHCl/100g MS. Este resultado contraria os obtidos por outros autores, que relatam uma alta capacidade tamponante da uréia. A varredura de leite em pó e a ponta de cana apresentaram os valores médios mais elevados, com 2,78 e 2,80 eq.mgHCl/100g MS, respectivamente.

As doses dos aditivos influenciaram ($P < 0,05$) a capacidade tampão (CT) do bagaço de cana (Anexo B). A análise de regressão apresentou efeito linear para os níveis de melaço e varredura de leite em pó e efeito quadrático para os níveis de uréia, soro de queijo e ponta de cana na CT no material original, antes da ensilagem (figura 7).

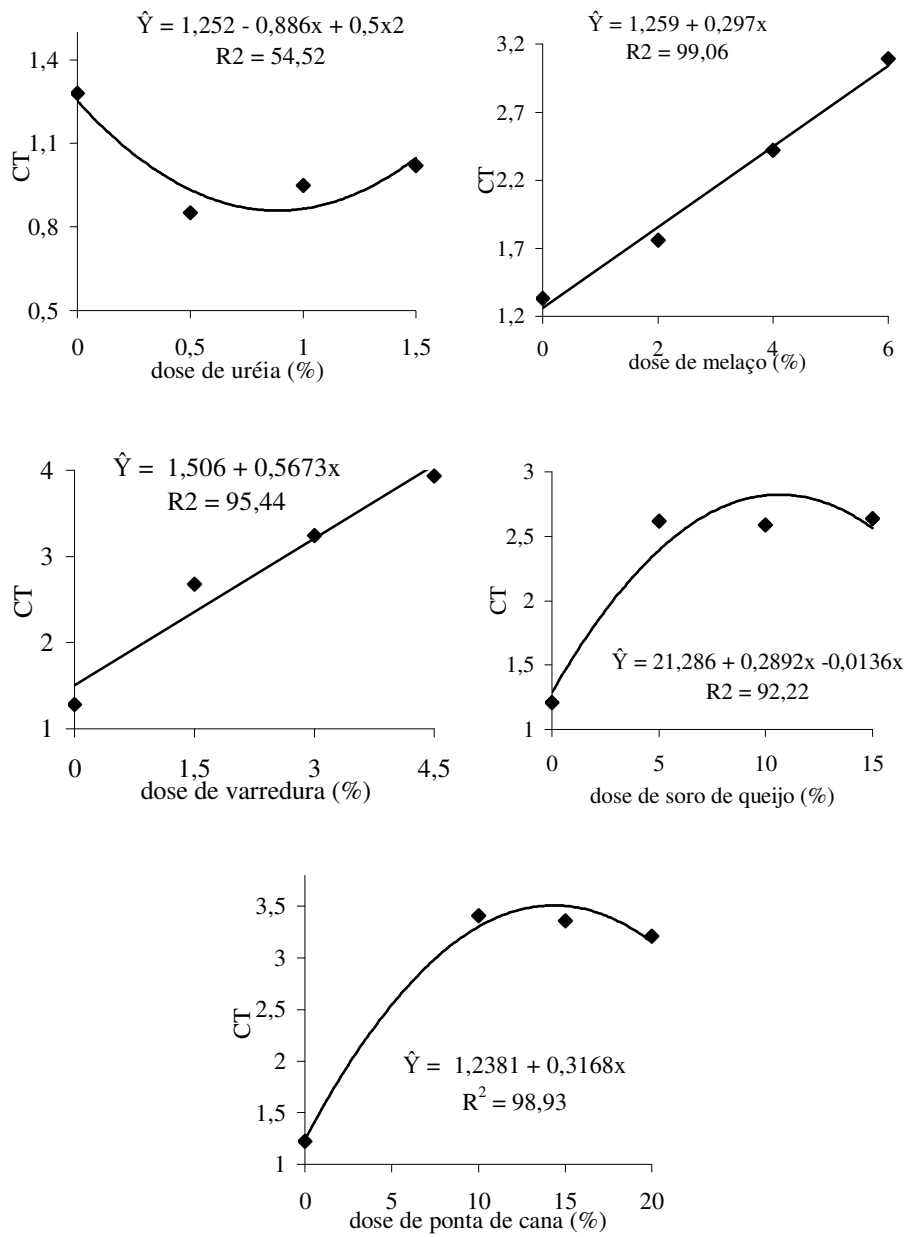


FIGURA 7. Efeito das doses dos aditivos uréia, melaço, varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana na capacidade tampão no bagaço de cana

A capacidade tampão estimada do bagaço puro foi de 1,25 eq.mg HCl/100g MS, e com a aplicação de 0,5 e 1,0% de uréia houve redução nesse parâmetro, com valores respectivos de 0,93 e 0,87, aumentando com a adição de 1,5% de uréia até 1,05 eq.mg HCl/100g MS. Esperava-se que a inclusão de doses crescentes de uréia no bagaço resultasse em aumento da capacidade tampão, pois, de acordo com Nussio & Schmidt (2004), a inclusão de doses superiores a 1% da MV na silagem de cana pode elevar as perdas de forragem deteriorada no silo, possivelmente em virtude do alto tamponamento apresentado por esse aditivo. O baixo poder tampão do bagaço provavelmente foi determinado pelo teor de açúcares totais (16,4% na MS), pelo baixo teor protéico (2,0%) e pelo elevado teor de MS (51,70%).

Avaliando silagens de cana, Lima et al. (2002) não observaram diferença significativa na capacidade tampão da cana pura e cana adicionada de 0,5 e 1,5% de uréia. A inclusão de 1% de uréia, entretanto, elevou a capacidade tampão da forragem para 8,48 eq.mg HCl/100g MS, um valor ainda considerado baixo. Segundo esses autores, na silagem de cana a CT não será um fator limitante, uma vez que se relaciona com a proporção de açúcares que, na cana, é extremamente favorável.

A adição de doses crescentes de melaço elevou linearmente a capacidade tampão do bagaço de 1,26 a 3,04 eq.mg HCl/100g MS. A adição de varredura de leite em pó também promoveu aumento linear na CT da forragem, que variou de 1,51 a 4,06 eq.mg HCl/100g MS, sendo este último o maior valor obtido entre todas as misturas de bagaço com aditivos avaliadas.

A inclusão de soro de queijo até 10,6% da MV do bagaço promoveu uma elevação da CT estimada de 1,29 até 2,82 eq.mg HCl/100g MS; com a inclusão de 15%, esse valor diminuiu para 2,70 eq.mg HCl/100g MS. As alterações na CT foram semelhantes quando se utilizou a ponta de cana como aditivo. No bagaço sem ponta de cana a CT foi de 1,24, e com a inclusão da dose

14,4% de ponta, esse valor se alterou para 3,52 eq.mg HCl/100g MS, o mais alto para a ponta de cana.. A inclusão de 20% de ponta promoveu redução na CT para 3,17 eq.mg HCl/100g MS.

A baixa CT do bagaço é reforçada pelos valores de pH que permaneceram baixos, indicando que não houve resistência do meio à queda do pH, independentemente dos aditivos e dos níveis utilizados. A baixa capacidade tampão e a proporção de açúcar residual no bagaço (16,4% de açúcares totais na MS), somada à proporcionada por alguns aditivos, podem ter sido favoráveis à queda do pH para níveis desejáveis.

Todos os aditivos contribuíram para a obtenção de silagens com valores médios de pH baixos. Os valores médios de pH de todas as silagens de bagaço, inclusive aquelas contendo uréia, situaram-se entre 3,58 e 3,88 (tabela 5).

Não houve efeito da dose de varredura de leite em pó no pH nas silagens (Anexo B). Houve efeito linear dos níveis dos aditivos uréia, soro de queijo e ponta de cana e efeito quadrático do melaço no pH ($P < 0,05$). Na figura 8 encontram-se as equações de regressão para o pH nas silagens em função dos níveis de aditivos.

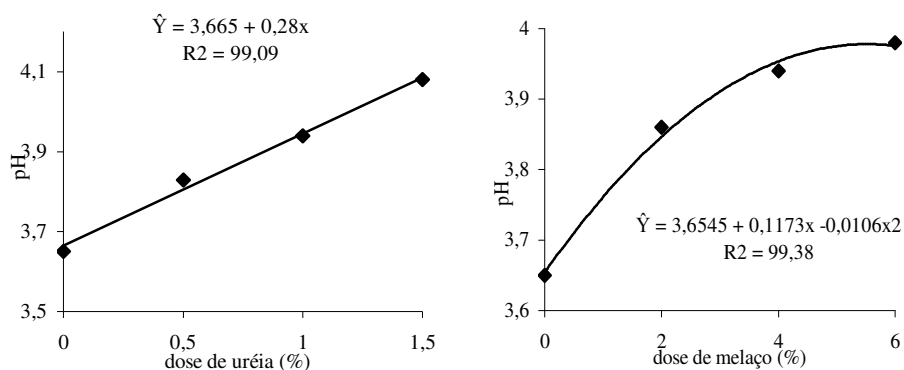
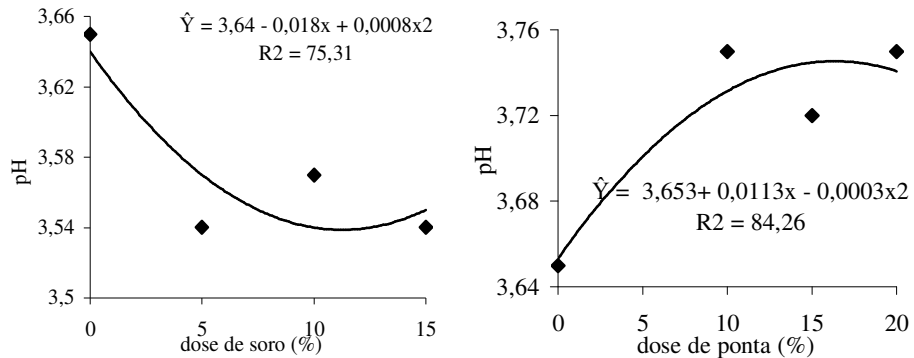


FIGURA 8. Efeito das doses dos aditivos uréia, melaço, soro de queijo e ponta de cana na capacidade tampão no bagaço de cana (...continua...)

FIGURA 8. Cont.



Embora a maior capacidade tampão tenha sido obtida no bagaço com 0% de uréia, à medida que aumentou o nível de uréia, aumentou o pH nas silagens de bagaço de 3,67 a 4,09 da dose 0 a 1,5% de inclusão de uréia. Porém, a diferença do maior valor para o menor foi de apenas 0,42 unidades. Esses valores são considerados baixos para silagens produzidas com adição de uréia e reforçam a afirmação de Veiga (1974) de que os aumentos no pH são mais evidentes nos níveis mais altos de adição de uréia.

Em trabalho realizado por Lima et al. (2002), a uréia influenciou o pH nas silagens, o qual variou de 3,39 na silagem de cana pura para 3,78 quando foi utilizada a dose 0,5% de uréia e para 3,75 com as doses 1 e 1,5% de uréia.

A inclusão de doses crescentes de melão promoveu pequena elevação no pH nas silagens, o qual variou de 3,65 na silagem pura para 3,98 na silagem com 5,5% de melão. Estes resultados contradizem a afirmação de autores citados por Veiga (1974) de que o melão frequentemente aumenta a acidez da silagem.

Houve pequenas alterações no pH das silagens com a utilização de doses crescentes dos aditivos soro de queijo e ponta de cana. Com o soro de queijo, o

pH nas silagens variou de 3,64 na silagem de bagaço puro a 3,53 com a inclusão de 11,25% de soro, que proporcionou o valor mais baixo. A ponta de cana revelou um baixo poder tampão, contribuindo para a produção de silagens com o pH de 3,65 quando se utilizou o bagaço puro e 3,76 com a inclusão de 18,9% de ponta de cana. Embora a varredura de leite em pó e a ponta de cana tenham proporcionado as mais elevadas capacidades tampão, com médias de 2,78 e 2,80 eq.mgHCl/100g MS, respectivamente, a diferença de pH entre as silagens produzidas com esses aditivos foi muito pequena.

Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina

A análise de variância evidenciou efeito significativo dos aditivos ($P < 0,05$) nos teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina, tanto no material original como nas silagens (Anexo B), e os valores obtidos encontram-se na tabela 6.

TABELA 6. Teores médios de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina no material original e nas silagens de bagaço de cana com aditivos (...continua...)

Tratamento	MATERIAL ORIGINAL				
	FDN	FDA	Celulose	Hemicel..	Lignina
	% da MS				
Uréia	75,26 b	48,86 b	37,65 b	26,40 a	11,59 b
Melaço	70,93 a	45,35 a	35,29 a	25,58 a	9,27 a
Varredura leite pó	74,32 b	48,40 b	37,59 b	25,92 a	11,18 b
Soro de queijo	79,41 c	52,47 c	38,11 b	26,94 a	13,49 d
Ponta cana	78,32 c	47,89 b	35,54 a	30,43 b	12,20 c
CV %	1,97	3,74	5,08	6,30	8,20

TABELA 6. Cont.

Tratamento	SILAGEM				
	FDN	FDA	Celulose	Hemicelulose	Lignina
	% da MS				
Uréia	75,84 c	50,45 d	36,78 c	25,39 b	14,14 c
Melaço	70,71 b	45,67 b	31,54 a	25,04 b	14,73 c
Varredura leite pó	67,20 a	44,78 b	31,05 a	22,42 a	13,57 c
Soro de queijo	70,24 b	48,38 c	34,82 b	21,86 a	11,95 b
Ponta de cana	66,17 a	41,38 a	31,48 a	24,80 b	9,48 a
CV %	3,24	4,04	5,65	10,28	11,58

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Scott Knott ($P > 0,05$)

O bagaço adicionado de melaço apresentou o mais baixo teor de FDN, com média de 70,93% na MS antes da ensilagem. Esse efeito pode ser devido à diluição, uma vez que a inclusão dos aditivos foi feita com base na MV, e o bagaço apresentando 50% de MS significa que a dose 6% de melaço na MV corresponde a 12% na MS, de um composto altamente solúvel. O bagaço com varredura de leite em pó ou uréia apresentou teores intermediários, com valores médios respectivos de 74,32 e 75,26%. Com a ponta de cana ou soro de queijo observaram-se as maiores concentrações de FDN na MS, com médias de 78,32 e 79,41%, respectivamente.

Analisando o efeito das doses dos aditivos, observa-se que houve efeito das doses de uréia, melaço e varredura de leite em pó ($P < 0,05$) no teor de FDN no bagaço (Anexo B), com resposta linear às doses de inclusão de uréia e varredura e quadrática para o melaço (figura 9).

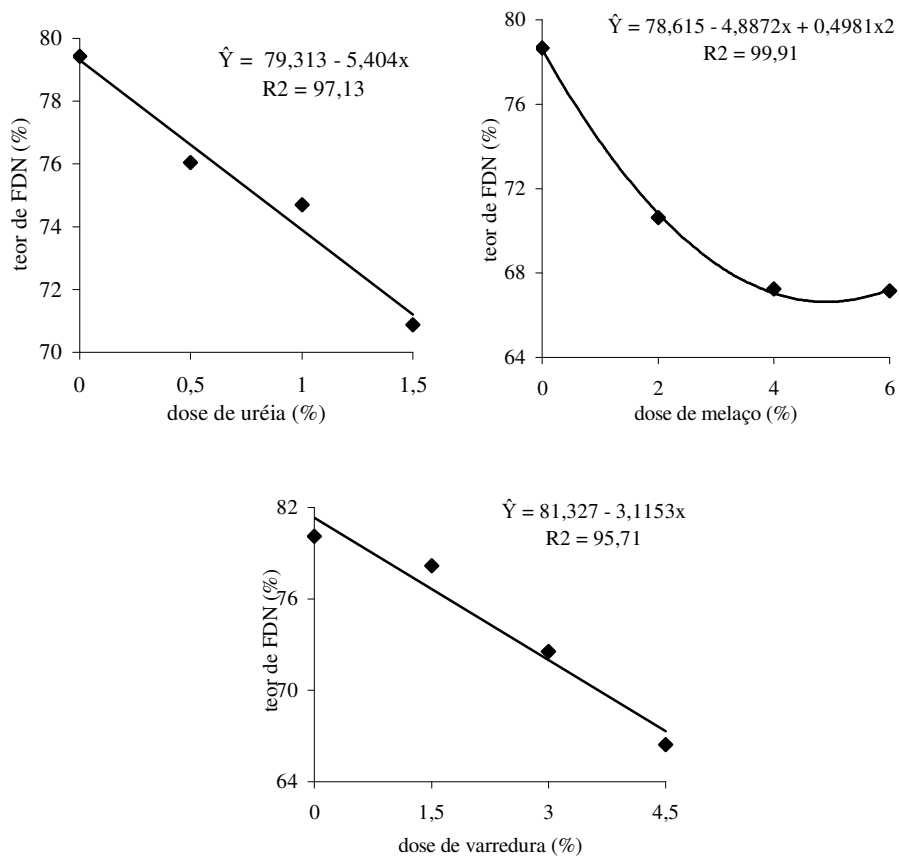


FIGURA 9. Efeito da dose dos aditivos uréia, melaço e varredura de leite em pó no teor de FDN no bagaço de cana

À medida que se aumentaram as doses de uréia e varredura de leite em pó, reduziram-se os teores de FDN no bagaço, o que já era esperado, pois esses aditivos não apresentam fibra em sua composição. A inclusão de 1,5% de uréia proporcionou teor de 71,21% de FDN na MS. O melaço e a varredura proporcionaram teores de FDN inferiores a 70% na MS, sendo que, para a varredura, o teor mais baixo (67,31%) foi obtido com a dose mais alta, de 4,5% na MV. Para o melaço, o teor mais baixo de FDN (66,63%) foi obtido com a

dose 4,9%. Por ser um composto altamente solúvel, era esperado que o melaço promovesse redução linear no teor de FDN no bagaço, por efeito de diluição.

Comparando o material original e a silagem, observou-se que os teores de FDN não foram alterados com a ensilagem do bagaço aditivado com uréia e melaço e foram reduzidos em 7,12; 9,17 e 12,15 unidades porcentuais com a ensilagem do bagaço com varredura de leite em pó, soro de queijo e ponta de cana, respectivamente. A redução na FDN pode ter sido ocasionada pela hidrólise da hemicelulose, o que é interessante, pois de acordo com Van Soest (1982), este parâmetro correlaciona-se negativamente com ingestão da MS pelos animais. Os resultados obtidos neste trabalho diferem dos obtidos por Pedroso (2003) quando avaliou silagens de cana-de-açúcar, as quais apresentaram maiores concentrações dos componentes da fibra e redução nos teores de MS em relação ao material original antes da ensilagem. O autor atribuiu a maior concentração dos componentes da fibra na MS das silagens à perda de CS, na forma de gases, durante a fermentação, uma vez que as modificações no processo fermentativo podem reduzir o teor de MS, como consequência da produção da “água de metabolismo”, e aumentar a porcentagem de FDN na MS.

Segundo Van Soest (1994), a fração fibrosa do material ensilado pode ser acrescida porcentualmente em condições de intensa formação de efluentes durante o processo fermentativo, no qual os componentes solúveis em água são reduzidos proporcionalmente ao aumento nos constituintes da parede celular. Entretanto, as silagens de bagaço apresentaram alto teor de MS e não ocorreu a formação de efluentes. Segundo Merchen & Bourquin, citados por Freitas et al. (2006), o método de conservação normalmente tem pouco efeito na composição dos carboidratos estruturais das forragens.

Freitas et al. (2006) também observaram maiores concentrações dos componentes da fibra e redução nos teores de MS nas silagens de cana em relação ao material original. Entretanto, a elevada concentração de açúcares

solúveis e os baixos teores de matéria seca na cana-de-açúcar favorecem o desenvolvimento de leveduras que convertem açúcares em álcool etílico e gás carbônico, promovendo perdas significativas de MS.

Houve efeito da dose dos aditivos ($P < 0,05$) no teor de FDN nas silagens, exceto para o soro (Anexo B). Houve resposta linear ($P < 0,05$) com a adição de uréia e resposta quadrática com a inclusão de melaço, varredura de leite em pó e ponta de cana (figura 10).

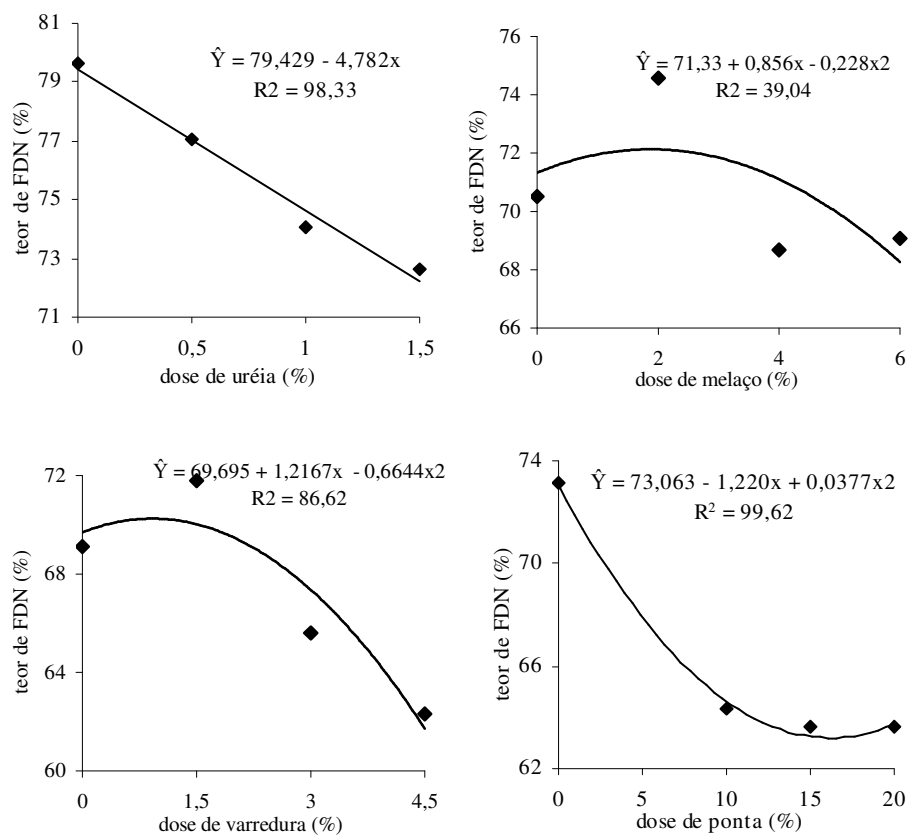


FIGURA 10. Efeito da dose dos aditivos uréia, melaço, varredura de leite em pó e ponta de cana no teor de FDN nas silagens de bagaço de cana

A uréia reduziu a FDN nas silagens de 79,43% (0% de uréia) para 72,26% (1,5% de uréia). Carvalho et al. (2006) também observaram redução linear no teor de FDN no bagaço com o aumento das doses de uréia. Os teores de FDN encontrados por esses autores na MS do bagaço foram 78,1; 71,3; 64,4 e 57,6% para as respectivas doses de 0; 2,5; 5,0 e 7,5% de uréia, o que corresponde à redução respectiva de cerca de 5,19; 18,85 e 24,87% no conteúdo de FDN em relação ao bagaço não tratado.

Nascimento et al. (1999) não observaram efeito da incubação com uréia líquida a 5% no teor de FDN no bagaço de cana conservado em silos durante 10, 20 e 30 dias. Por outro lado, Souza Gesualdi et al. (2001) estudaram o bagaço da cana-de-açúcar tratado com amônia anidra, uréia e sulfato de amônio e verificaram que as fontes de amônia promoveram decréscimo no teor de fibra em detergente neutro do bagaço e redução no teor de hemicelulose do subproduto.

A inclusão de 0,5% de uréia na silagem de cana, por Lima et al. (2002), não proporcionou diferença nos teores de FDN comparativamente à silagem de cana pura, mas houve redução no teor de FDN quando a cana foi ensilada com 1% e 1,5% de uréia, sendo o menor valor obtido com a inclusão de 1%.

Embora a análise de variância tenha indicado efeito da dose de melaço no teor de FDN nas silagens, a equação não foi significativa e o coeficiente de determinação foi baixo. As silagens apresentaram teores de FDN estimados pela equação de regressão de 72,13% (1,88% de melaço) a 68,26% (6% de melaço).

A varredura de leite em pó, na dose 4,5% na MS, proporcionou silagens com o mais baixo teor de FDN, com 61,72% na MS, que é um valor muito bom por se tratar de silagem de bagaço de cana. Por ser um composto livre de fibra, era esperado que a adição de doses crescentes de varredura causasse redução linear no teor de FDN nas silagens. O teor máximo de FDN (70,25%) foi obtido com a inclusão de 0,92% de varredura, estimado pela equação de regressão.

A ponta de cana utilizada apresentou teor de FDN de 64,94% e foi o aditivo responsável pelas maiores diferenças no teor de FDN nas silagens, sendo registrados 73,06% na silagem de bagaço puro, que foi o maior valor, e 63,20% com a dose de 16%, sendo os valores estimados pela equação de regressão.

No material original, o teor médio de FDA foi mais baixo com a mistura bagaço melaço (45,35%) e mais alto com o soro de queijo (52,47%). Não houve diferença significativa na FDA entre as misturas do bagaço com uréia (48,86%), varredura de leite em pó (48,4%) e ponta de cana (47,89%).

Houve efeito da dose dos aditivos no teor de FDA apenas no bagaço aditivado com melaço e varredura de leite em pó, com resposta quadrática aos níveis de melaço e linear aos níveis de varredura (figura 11).

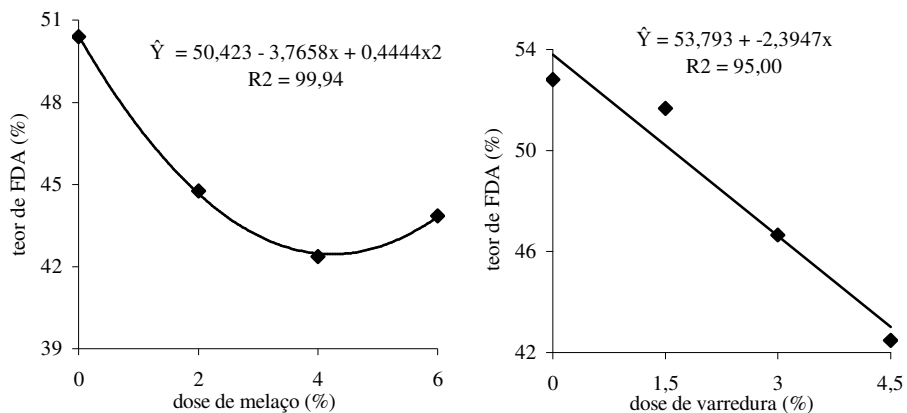


FIGURA 11. Efeito das doses dos aditivos melaço e varredura de leite em pó no teor de FDA no bagaço de cana

O melaço na dose 4,24% proporcionou o menor teor de FDA, com 42,45% na MS, sendo a dose mais indicada para obtenção de um bagaço com menor teor de FDA. À medida que se aumentou a dose de varredura, reduziu o

teor de FDA, sendo registrado o teor de 43,02% com a inclusão de 4,5% de varredura ao bagaço.

A uréia promoveu um aumento de 1,59 unidades percentuais no teor médio de FDA quando se compararam o material original e a silagem, e foi o aditivo que proporcionou silagens com o teor médio mais elevado dessa fração (50,45%). Os resultados obtidos neste trabalho são contrários aos observados por Nascimento et al. (1999), que verificaram que a incubação com uréia reduziu a FDA no bagaço de cana.

O teor médio de FDA praticamente foi mantido quando se utilizou o melaço como aditivo, e a varredura de leite em pó, o soro de queijo e a ponta de cana promoveram reduções no teor médio de FDA após a ensilagem, com a ponta de cana sendo responsável pela maior diferença, com redução de 6,51 unidades percentuais. Wolford (1984) enfatiza que os carboidratos estruturais têm importância muito pequena no processo de fermentação da silagem. Sendo assim, as alterações na fração FDA podem ser decorrentes de variações em outras frações, uma vez que os resultados são expressos em porcentagem na MS.

Nas silagens a ponta de cana se destacou, proporcionando o menor teor médio de FDA (41,38%), e a uréia, o mais alto (50,45%). O melaço (45,67%) e a varredura de leite em pó (44,78%) proporcionaram silagens com teores médios semelhantes entre si e o soro de queijo originou silagens com média de 48,38% de FDA na MS.

Houve efeito da dose dos aditivos no teor de FDA apenas nas silagens produzidas com varredura de leite em pó e ponta de cana, com resposta quadrática aos níveis (figura 12).

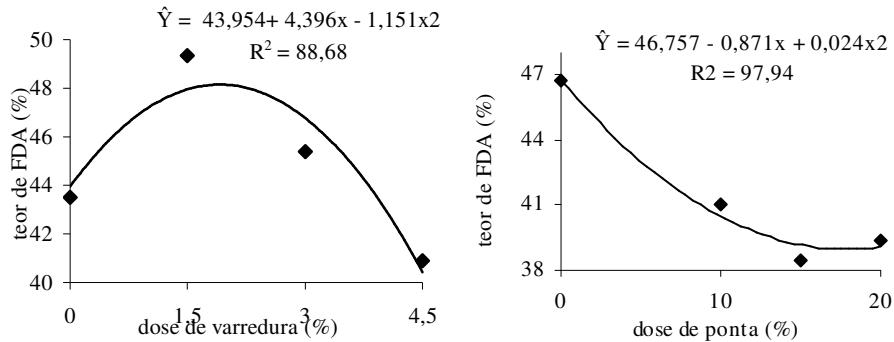


FIGURA 12. Efeito das doses dos aditivos varredura de leite em pó e ponta de cana no teor de FDA nas silagens de bagaço de cana

A inclusão de 4,5% de varredura de leite pó na silagem proporcionou teor de FDA de 40,43%, sendo o menor valor obtido com esse aditivo.

As silagens produzidas com a ponta de cana apresentaram menor teor de FDA com o nível de inclusão de 17%, com 38,87% na MS, estimado pela equação de regressão. Com base nesses resultados, o uso da ponta de cana é mais indicado que a varredura de leite em pó por ser um resto de cultura que se encontra disponível no mesmo local que o bagaço.

Não houve efeito das doses de uréia no teor de FDA nas silagens. Souza Gesualdi et al. (2001) também não verificaram alteração no teor de FDA do bagaço em função dos níveis de uréia, diferentemente dos resultados obtidos por Carvalho et al. (2006), que observaram redução linear no teor de FDA no bagaço com o aumento das doses de uréia. Os teores de FDA encontrados por esses autores na MS do bagaço amonizado foram de 49,0; 44,4; 39,6 e 34,9% para as respectivas doses de 0; 2,5; 5,0 e 7,5% de uréia. Nascimento et al. (1999) conservaram o bagaço de cana tratado com uréia líquida a 5% em pequenos silos subterrâneos durante 10, 20 e 30 dias e observaram que a incubação com uréia reduziu a FDA.

O bagaço antes da ensilagem, adicionado de melaço (35,29%) ou ponta de cana (35,54%), apresentou os menores teores médios de celulose na MS. A varredura de leite em pó, uréia e soro de queijo proporcionaram teores semelhantes de celulose, com médias respectivas de 37,59%, 37,65% e 38,11% na MS.

Não houve efeito das doses dos aditivos uréia, soro de queijo e ponta de cana no teor de celulose no bagaço de cana (Anexo B). Para o melaço e varredura de leite em pó, a regressão mostrou efeito linear negativo (figura 13).

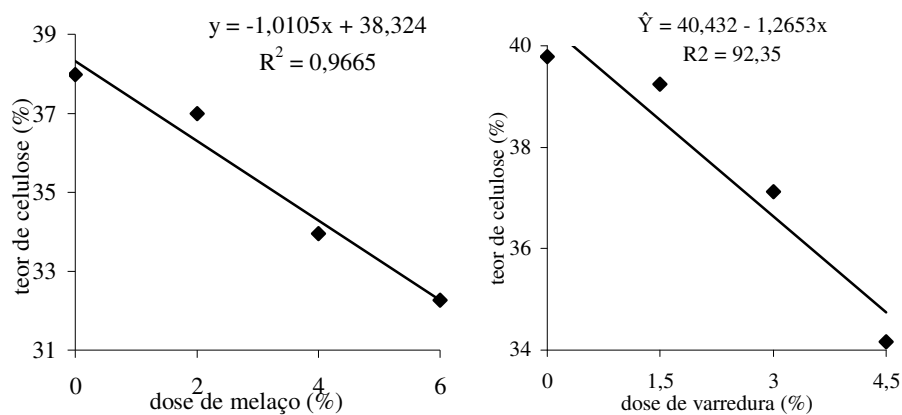


FIGURA 13. Efeito das doses dos aditivos melaço e varredura de leite em pó no teor de celulose no bagaço de cana

À medida que se aumentaram as doses de melaço e varredura de leite em pó, diminuíram os teores de celulose, o que pode ser devido a um efeito de diluição. O uso de 6% de melaço e de 4,5% de varredura de leite em pó proporcionou teores respectivos de celulose de 32,26 e 34,74% na MS.

A ensilagem promoveu redução no teor de celulose de todas as misturas, comparativamente ao material original (tabela 5). As maiores diferenças foram proporcionadas pelos aditivos varredura de leite em pó, ponta de cana e melaço,

com 6,54; 4,06 e 3,75 unidades percentuais, respectivamente. O soro de queijo causou redução de 3,29 unidades percentuais e a uréia, apenas 0,87 unidades percentuais. Era esperado aumento no teor de celulose com a ensilagem, pois, segundo McDonald et al. (1991) e Wolford (1984), os carboidratos estruturais têm pouca participação no processo fermentativo.

Após ensilagem, os menores teores médios de celulose foram registrados com o uso de varredura de leite em pó (31,05%), ponta de cana (31,48%) e melação (31,54%), os quais não diferiram estatisticamente entre si. A adição de soro de queijo originou silagens com teor médio de 34,82% de celulose, diferindo estatisticamente da silagem produzida com a uréia (36,78%), que apresentou o teor mais elevado de celulose.

Para as silagens, houve efeito da dose dos aditivos apenas com a adição de varredura de leite em pó e soro de queijo (Anexo B), com resposta quadrática às doses de varredura e linear às doses de soro (figura 14).

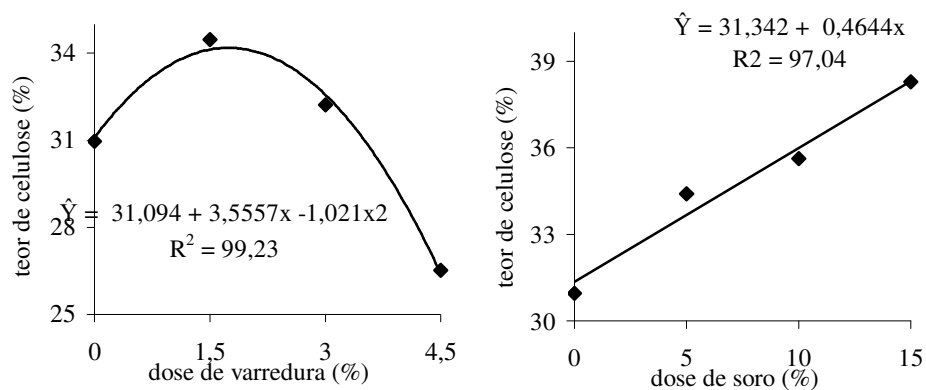


FIGURA 14. Efeito das doses dos aditivos varredura de leite em pó e soro de queijo no teor de celulose nas silagens de bagaço de cana

O percentual de celulose nas silagens variou com a utilização da varredura de leite em pó, o menor teor (26,42%) foi obtido com a maior dose e o maior (34,18%), com a utilização de 1,7% de varredura.

As silagens produzidas com o soro de queijo tiveram comportamento contrário, com o teor de celulose aumentado com o aumento da dose de inclusão, variando de 31,14% com a dose 0% até 38,11% com a adição de 15% de soro.

Não houve efeito da dose de uréia no teor de celulose da silagem, o que é corroborado pelos resultados obtidos por Souza Gesualdi et al. (2001), segundo os quais a análise de regressão não mostrou efeito das doses de uréia no teor de celulose do bagaço amonizado. Sarmento et al. (1999) avaliaram o bagaço de cana-de-açúcar tratado com uréia e observaram que não houve alterações nas frações celulose e lignina, demonstrando que a amônia não causa alterações nos constituintes da FDA.

Não houve diferença estatística entre os teores médios de hemicelulose no material original adicionado de uréia, melação, varredura de leite em pó e soro de queijo. A inclusão de ponta de cana proporcionou material com teor mais elevado de hemicelulose.

Houve efeito das doses dos aditivos com a utilização de uréia, melação e soro de queijo (Anexo B) no teor de hemicelulose no bagaço de cana. A análise de regressão revelou efeito linear das doses de uréia e melação e efeito quadrático das doses de soro no teor de hemicelulose no bagaço (figura 15).

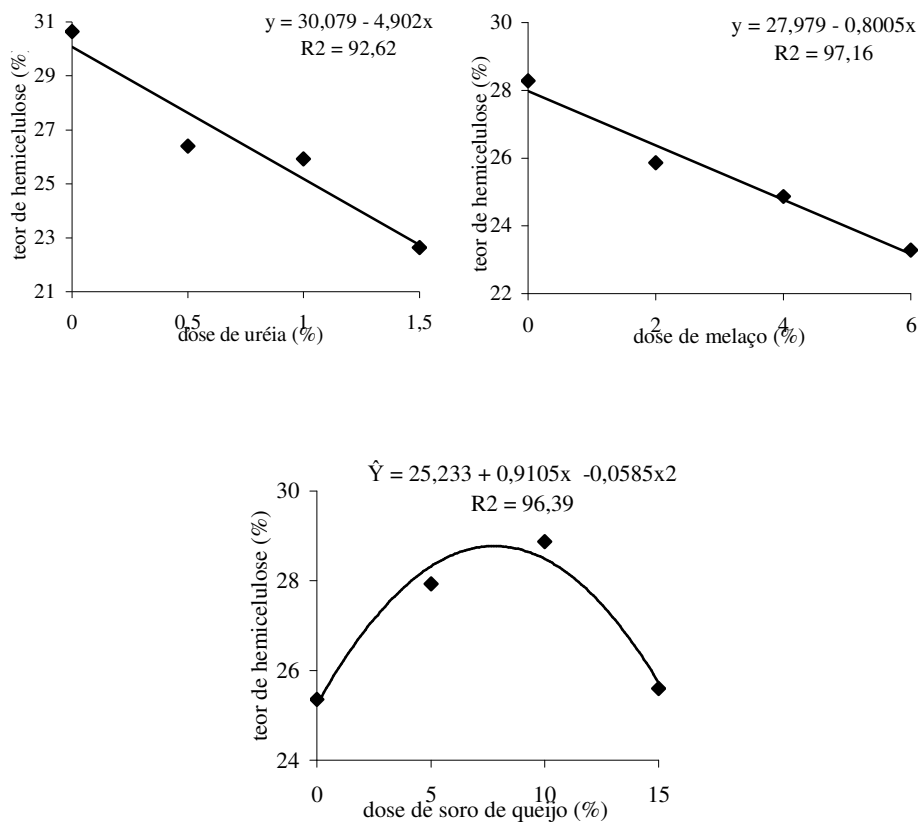


FIGURA 15. Efeito das doses dos aditivos uréia, melação e soro de queijo no teor de hemicelulose no bagaço de cana

À medida que se aumentaram as doses de uréia e melação, diminuíram os teores de hemicelulose no bagaço. A adição de 1,5% de uréia e 6% de melação proporcionou teores de 22,73 e 23,18% de hemicelulose no bagaço.

Com a adição de soro de queijo, os teores de hemicelulose no bagaço foram praticamente iguais com as doses de inclusão de 0 e 15% (25,23 e 25,62%, respectivamente), que apresentaram os teores mais baixos. A inclusão de 7,78% de soro proporcionou o teor mais elevado de hemicelulose no bagaço (28,77% na MS).

A ensilagem promoveu redução nos teores médios de hemicelulose de todos os tratamentos, o que pode ser devido à hidrólise ácida da hemicelulose durante a fermentação. As maiores diferenças foram obtidas com o soro de queijo, a ponta de cana e a varredura de leite em pó, com reduções respectivas de 5,08; 5,63 e 3,5 unidades percentuais. A uréia promoveu uma redução de 1,01 e o melaço de 0,54 unidades percentuais. A baixa redução na hemicelulose com o uso do melaço pode ser devida ao fato de o melaço ter servido de substrato para as bactérias, não necessitando da quebra da hemicelulose.

Após a ensilagem, os teores mais baixos de hemicelulose foram obtidos com a varredura de leite em pó e o soro de queijo, com médias respectivas de 22,42 e 21,86%, as quais diferiram estatisticamente das médias obtidas com a uréia, o melaço e a ponta de cana.

Quanto aos teores de hemicelulose nas silagens, houve efeito das doses do aditivo apenas com a utilização da uréia (Anexo B). A análise de regressão revelou efeito linear das doses de uréia no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço de cana (figura 16).

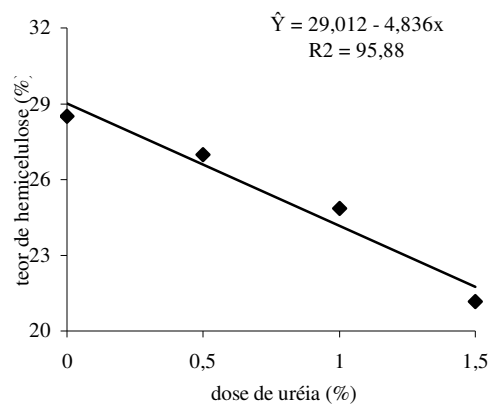


FIGURA 16. Efeito das doses de uréia no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço de cana

Com a utilização de níveis crescentes de uréia, o teor de hemicelulose na MS nas silagens foi reduzido, variando de 28,46% com a dose 0% a 21,17% com 1,5% de inclusão, observando-se uma queda de 7,29 unidades percentuais. Em trabalho desenvolvido por Sarmento et al. (1999), a amonização do bagaço de cana-de-açúcar utilizando uréia resultou na diminuição da hemicelulose. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza Gesualdi et al. (2001), que observaram redução linear no teor de hemicelulose com a elevação dos níveis de uréia no bagaço amonizado. Esses autores atribuíram a redução a uma provável solubilização da hemicelulose, cujos teores variaram de 35% na MS do bagaço sem tratamento até 30,12% no tratamento com 4% de uréia. Lima et al. (2002) obtiveram resultados inversos trabalhando com silagem de cana, uma vez que a adição de uréia promoveu elevação no teor de hemicelulose, que variou de 4,55% na silagem de cana pura até 14,81% com a inclusão de 1,5% de uréia.

No material original, antes da ensilagem, o melaço destacou-se como o aditivo que proporcionou o menor teor médio de lignina na MS (9,27%), à semelhança do que ocorreu com os teores de FDN e FDA, e o soro de queijo, como o mais elevado (13,49%).

Não houve efeito das doses dos aditivos ($P < 0,05$) no teor de lignina no bagaço acrescido de uréia, soro e ponta de cana (Anexo B). Com a análise de regressão, observou-se efeito quadrático das doses de melaço e linear ($P < 0,05$) das doses de varredura no teor de lignina no bagaço de cana (figura 17).

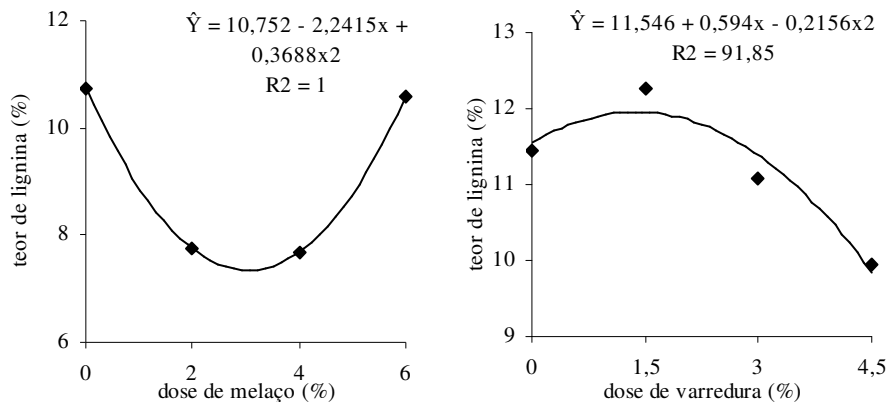


FIGURA 17. Efeito das doses de melação e varredura de leite em pó no teor de lignina no bagaço de cana

Com a adição de melação, a dose de 3,04% proporcionou o mais baixo teor de lignina no bagaço, com 7,35% na MS. O teor mais elevado foi obtido na ausência de melação com 10,75% na MS.

À medida que aumentou a dose de varredura até 1,38%, aumentou o teor de lignina no bagaço, até atingir 11,96%, que foi o maior valor obtido com o uso desse aditivo. Com a inclusão de 4,5% de varredura, registrou-se o mais baixo teor, com 9,85% de lignina na MS no bagaço. O melação se mostrou mais eficiente que a varredura na redução do teor de lignina, sendo mais indicado para inclusão no bagaço.

Nas silagens, o menor teor médio foi obtido com o uso da ponta de cana, com 9,48% de lignina, e a uréia, o melação e a varredura de leite em pó proporcionaram teores estatisticamente iguais, com 14,14; 14,73 e 13,57% de lignina na MS, respectivamente. A silagem com soro de queijo apresentou teor intermediário de lignina, com 11,95% na MS.

Houve efeito da dose dos aditivos ($P < 0,05$) no teor de lignina nas silagens produzidas com soro e ponta de cana (Anexo B). Com a análise de

regressão observou-se efeito linear ($P < 0,05$) das doses de soro e quadrático das doses de ponta de cana no teor de lignina nas silagens de bagaço de cana (figura 18).

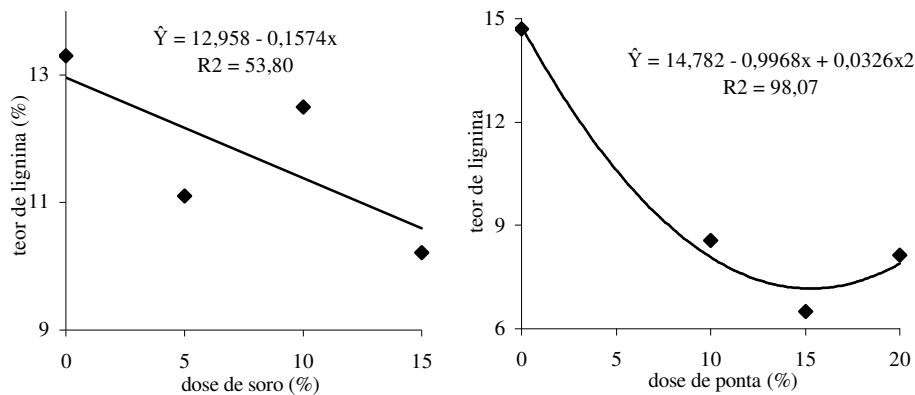


FIGURA 18. Efeito das doses de soro de queijo e ponta de cana no teor de lignina no bagaço de cana

O soro de queijo proporcionou redução no teor de lignina nas silagens de bagaço de cana. Na ausência de soro, o teor de lignina foi de 13,45%, e com a inclusão de 15% de soro, o teor foi reduzido para 10,46% na MS. Porém, o coeficiente de determinação foi muito baixo.

A ponta de cana foi o aditivo que propiciou silagens com os mais baixos teores de lignina, uma vez que a silagem pura apresentou 14,78% de lignina e a inclusão de 15,29% de ponta reduziu o teor para um mínimo de 7,16% na MS. A inclusão de níveis superiores a 6% de ponta de cana proporcionou silagens com teores de lignina inferiores a 8% na MS. A redução nesse parâmetro com a adição dos níveis crescentes de ponta era esperada, uma vez que esse aditivo apresentou teor de 7,89% de lignina; porém, a redução foi maior que a suposta.

A ensilagem do bagaço com ponta de cana promoveu as maiores perdas de MS, mas promoveu redução nos teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina. Deve-se considerar também que a ponta de cana é um resíduo que se encontra no mesmo local que o bagaço e na maioria das vezes é descartado.

Não houve efeito da uréia no teor de lignina nas silagens. Em trabalho realizado por Nascimento et al. (1999), a hidrólise com uréia também não se mostrou eficiente em reduzir os teores de lignina no bagaço de cana tratado com uréia líquida a 5% e conservado em silos durante 10, 20 e 30 dias e, ao contrário do desejado, o teor de lignina no bagaço de cana aumentou aos 10 e aos 30 dias de incubação.

Degradabilidade *in situ* das silagens de bagaço de cana puro ou tratado com aditivos

Foi avaliada a degradabilidade *in situ* da MS de silagens de bagaço produzidas com 1% de uréia, 4% de melaço, 1% de uréia associada a 4% de melaço, 10% de soro de queijo, 3% de varredura de leite em pó ou 15% de ponta de cana. Os parâmetros “a” (fração solúvel), “b” (fração potencialmente degradável) e “c” (taxa de degradação da fração “b”), a degradabilidade efetiva, a degradabilidade potencial e a fração indegradável nas silagens avaliadas, adotando a taxa de passagem de 5%/h, são apresentados na tabela 7.

TABELA 7. Valores da fração solúvel (a), fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), degradabilidades efetiva e potencial e fração indegradável da matéria seca de silagens de bagaço de cana-de-açúcar (SBC) com aditivos

Silagens	Coeficientes			Degradabilidade (%)		Fração
	a (%)	b (%)	c (hora ⁻¹)	Efetiva (k=5%/h)	Potencial	Indegrad. (%)
SBC Puro	9,89 a	24,05 a	0,04 a	19,32 a	33,94 a	66,06 a
SBC 1% uréia (U)	16,82 b	23,10 a	0,03 a	25,10 b	39,93 a	60,07 a
SBC 4% melação (M)	21,92 c	23,25 a	0,03 a	29,76 c	45,18 a	54,82 a
SBC 1% U 4% M	24,44 d	23,58 a	0,03 a	32,39 d	48,02 a	51,98 a
SBC 10% soro queijo	10,10 a	23,80 a	0,03 a	18,38 a	40,56 a	59,44 a
SBC 3% varredura	15,46 b	23,02 a	0,03 a	24,18 b	38,48 a	61,52 a
SBC 15% ponta	11,18 a	26,34 a	0,04 a	22,95 b	37,52 a	62,48 a
CV(%)	6,22	9,16	20,34	5,31	12,58	8,57

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Scott Knott.

Houve diferença estatística ($P < 0,05$) para a fração solúvel e degradabilidade efetiva da matéria seca nas silagens de bagaço de cana com aditivos (Tabela 7). A fração solúvel representa o tempo zero e está relacionada à presença de carboidratos solúveis no bagaço de cana, sendo desejáveis valores mais altos para essa fração.

A silagem produzida com a associação de 1% de uréia e 4% de melação apresentou a maior fração solúvel “a”, com 24,44%, e a maior degradabilidade efetiva da MS, com 32,39%. Martins et al. (2001) obtiveram um valor bem inferior para o bagaço de cana cru, com apenas 5,27% de fração solúvel, enquanto Calixto et al. (2003) obtiveram, para o bagaço de cana cru, uma fração

“a” de 13,7%, superior à obtida neste trabalho com a silagem de bagaço puro (9,89%).

A associação dos aditivos permitiu um aumento de 14,66 unidades percentuais na fração “a” em relação à silagem de bagaço puro, que apresentou 9,89% de fração solúvel, o que pode ser justificado pelo aporte de energia e N ao rúmen. O nível de uréia altera a quantidade de MS insolúvel degradada no rúmen, uma vez que os microrganismos ruminais utilizam principalmente N-NH₃ para sintetizar suas próprias proteínas e se multiplicarem, o que beneficiaria principalmente bactérias celulolíticas, cujo aumento da população resultaria numa maior degradação (Machado & Madeira, 1992).

O melaço, na dose 4%, contribuiu para aumentar a fração solúvel e a degradabilidade efetiva da MS das silagens de bagaço de cana, com valores respectivos de 21,92 e 29,76%, mostrando-se inferior apenas à silagem produzida com a associação uréia e melaço.

As silagens com 1% de uréia ou 3% de varredura de leite em pó não diferiram quanto à fração solúvel “a”, apresentando coeficientes de 16,82 e 15,46%, respectivamente, e degradabilidade efetiva da MS com valores respectivos de 25,10 e 24,18%, a qual também foi semelhante à silagem com 15% de ponta de cana, com 22,95%.

A inclusão de 10% de soro de queijo e 15% de ponta de cana não contribuiu para aumentar a fração solúvel da matéria seca nas silagens, cujos valores respectivos foram de 10,10 e 11,18%, semelhantes à silagem de bagaço puro, com 9,89%. O soro de queijo foi o aditivo que proporcionou a mais baixa degradabilidade efetiva da MS, com 18,38%, semelhante à silagem de bagaço puro, com 19,32%.

Todas as silagens avaliadas neste trabalho apresentaram valores de degradabilidade efetiva, na taxa de passagem de 5%/h, superiores aos obtidos

por Calixto et al. (2003) e Pires et al. (2004a), que atribuíram ao bagaço de cana de alambique degradabilidade de 16,7 e 13,69%, respectivamente.

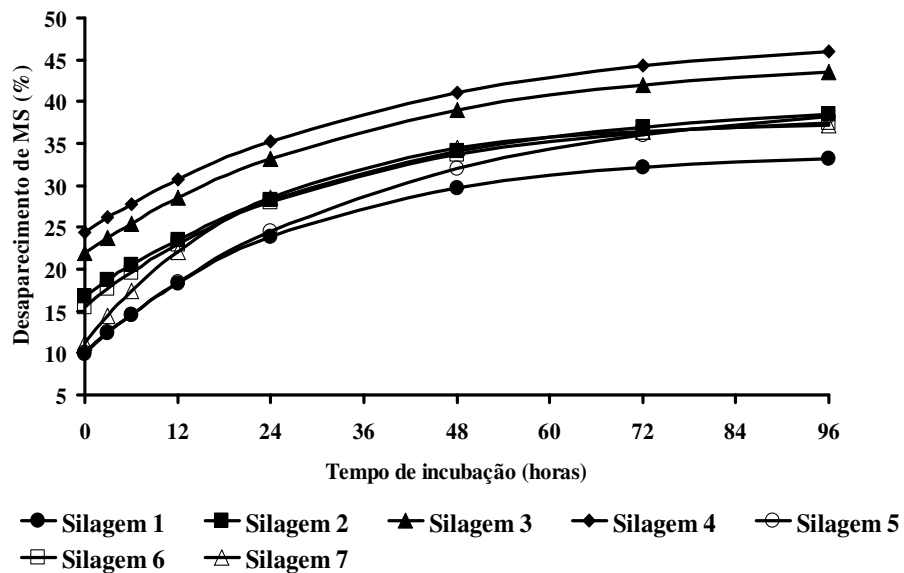
As silagens não diferiram ($P>0,05$) quanto às frações “b”, que representa a fração insolúvel potencialmente degradável, e “c”, que representa a taxa de degradabilidade por ação fermentativa da fração “b”, que é expressa em %/hora. Porém, o coeficiente de variação obtido para a fração “c” foi alto (20,34%). Os valores registrados para a fração “b” variaram de 23,02 a 26,34%, sendo superiores ao encontrado por Calixto et al. (2003), com 17,8%, e inferiores ao obtido por Martins et al. (2001), com 36,04%. Para a fração “c”, os valores obtidos nas silagens foram de 3 ou 4%/h, semelhantes ao obtido por Martins et al. (2001), de 3,96%/h, e bem superiores ao valor registrado por Calixto et al. (2003), com 1%/h.

Também não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre as silagens quanto à degradabilidade potencial e à fração indegradável. Entretanto, a silagem constituída de bagaço de cana com 1% de uréia e 4% de melaço apresentou tendência de maior degradabilidade potencial da MS, com 48,02%, o que corresponde a um aumento de 14,08 unidades percentuais em relação à silagem de bagaço puro, com 33,94%, que foi o menor valor registrado. O coeficiente de variação foi alto (12,56%). Pires et al. (2004a), avaliando o bagaço de cana de alambique, e Calixto et al. (2003), avaliando o bagaço proveniente da indústria, obtiveram uma degradabilidade potencial da matéria seca de 38,3 e 35,3%, respectivamente.

A fração indegradável da silagem de bagaço puro foi a mais elevada (66,06%), e a mais baixa foi obtida com a silagem de bagaço com 1% de uréia associada a 4% de melaço (51,98%), no entanto consideradas estatisticamente semelhantes. Calixto et al. (2003) registraram, para o bagaço de cana cru, 68,5% de fração indegradável, valor semelhante ao obtido neste trabalho com a silagem de bagaço de cana puro. Martins et al. (2001) obtiveram, para o bagaço, uma

fração indegradável de 58,69%, semelhante à obtida com a silagem de bagaço acrescido de 1% de uréia (60,07%) e a silagem de bagaço com 10% de soro de queijo (59,44%).

Na figura 19, pode-se observar a degradabilidade da MS estimada em função dos tempos de incubação.



Silagem 1: bagaço de cana puro; silagem 2: bagaço de cana + 1% de uréia; silagem 3: bagaço de cana + 4% de melaço; silagem 4: bagaço de cana + 1% de uréia + 4% de melaço; silagem 5: bagaço de cana + 10% de soro de queijo; silagem 6: bagaço de cana + 3% de varredura de leite em pó; silagem 7: bagaço de cana + 15% de ponta de cana

FIGURA 19. Curvas de degradabilidade da matéria seca das silagens de bagaço de cana-de-açúcar em função dos tempos de incubação

Calixto et al. (2003) observaram que a maior degradabilidade da MS do bagaço cru ocorreu por volta das 120h de incubação.

A baixa digestibilidade do bagaço e das silagens de bagaço foi confirmada por Abdalla et al. (1986a). A digestibilidade *in situ* do bagaço puro foi de 25,75% da MS, e o valor máximo obtido foi para o bagaço tratado com pressão e ensilado com 4% de uréia e 5% de NaOH, que apresentou digestibilidade de 50,50% da MS.

Conceição et al. (1986) avaliaram a digestibilidade de rações compostas por 90% de bagaço hidrolisado e obtiveram coeficiente de digestibilidade da MS de 38,2% quando o bagaço foi conservado como silagem em superfície, durante 8 meses, e 49,4% quando usado logo após ser produzido. O bagaço hidrolisado apresentou teores de FDN de 66,26% quando ensilado e 61,44% quando recém-produzido.

CONCLUSÕES

A ensilagem do bagaço de cana com aditivos é eficiente na sua conservação.

O uso da uréia é fundamental para elevar a PB e reduzir a FDN no bagaço e na silagem de bagaço de cana.

O melaço promoveu efeito positivo na qualidade das silagens produzidas, contribuindo para aumentar o teor de cinzas e reduzir os teores de FDN no bagaço e nas silagens de bagaço.

A inclusão de ponta de cana promoveu redução nos teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina no bagaço ensilado.

A silagem produzida com a associação de 1% de uréia e 4% de melaço apresentou maior fração solúvel “a” e maior degradabilidade efetiva da MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L.; VITTI, D. M. S. S.; SILVA FILHO, J. C.; AMBROSANO, E. J. Digestibilidade de silagens do bagaço de cana. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p. 152.

ALVES, G. R.; FONTES, C. A. de A.; RIBEIRO, E. G.; SIQUEIRA, J. G. de; LOMBARDI, C. T.; AGUIAR, R. da S. Influência do nível de matéria seca, e de uréia sobre a qualidade de silagens contendo polpa de abacaxi, em mistura com bagaço de cana ou feno de coast cross. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1CD-ROM.

ANDRADE, L. A. de B.; ANJOS, I. A. dos; FIGUEIREDO, P. A. M. de; QUINTELA, A. C. R. Utilização de variedades de cana-de-açúcar na produção da cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 33-36, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.** Washington: USDA, 1975. 1015 p.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: Simpósio "A produção animal na visão dos brasileiros". REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 890-911.

BANYS, V. L. **Avaliação de sucedâneos à base de proteína texturizada de soja na alimentação de bezerros.** 1999. 282 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARCELOS, A. F.; REZENDE, A. V. Aproveitamento dos resíduos de destilaria de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 74-77, 2002.

BURGI, R. **Produção de bagaço de cana-de-açúcar (Saccharum sp. L.) auto-hidrolisado e avaliação de seu valor nutritivo para ruminantes.** 1985. 61 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CALIXTO, M. G.; EZEQUIEL, J. M. B.; BOCCHI, A. L.; PEREIRA, E. M. O.; MENDES, A. R.; HENRIQUE, W.; LEME, P. R. Efeito da monensina sobre a degradabilidade de rações contendo bagaço de cana hidrolisado, bagaço de cana cru e subproduto da produção de lisina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1CD-ROM.

CARVALHO, G. G. P. de; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; MAGALHÃES, A. F.; FREIRE, M. A. L.; SILVA, F. F. da; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. de. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquis Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 125-132, jan. 2006.

CARVALHO, M. C.; FERREIRA, M. de A.; CAVALCANTI, C. V. de A.; LIMA, L. E. de; SILVA, F. M. da; MIRANDA, K. F.; VÉRAS, A. S. C.; AZEVEDO, M. de; VIEIRA, V. da C. F. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e uréia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça holandesa. **Acta Scientiarum, Animal Science** Maringá, v. 27, n. 2, p. 247-252, Apr./June 2005.

CASTRO, F. B. de. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L*) auto-hidrolisado em bovinos.** 1989. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CONCEIÇÃO, M. N.; LACÔRTE, M. C. F.; BURGI, R.; BOSE, M. L. V. Determinação da digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com carneiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p. 119.

COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; BERTO, D. A. et al. . Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p. 87-145.

COSTA, L. R. O. **Suplementação de uréia em dietas de bagaço de cana (*Saccharum sp. L.*) auto hidrolisado para ruminantes.** 1987. 112 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DESCHAMPS, F. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína de alguns alimentos utilizáveis na alimentação de ruminantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 898-908, 1994.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 477-512.

EVANGELISTA, A. R. Aproveitamento de resíduos da fabricação da aguardente. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 128-151.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. de; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, R. V.; SANTANA, R. A. V.; LOPES, J. 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: SBZ, 2003. 1CD-ROM.

EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. **Forragicultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 246 p.

FARIA, V. P. de. Uréia na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., 1986, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1988. p. 171-197.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FREITAS, A. W. de P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONE, F. de P.; RIBEIRO, M. D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 38-47, jan./fev. 2006.

GRUMANN, A.; LÓPEZ, J. Utilização de aditivos em silagem de milheto comum (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 281-292, mar./abr. 1980.

LAVEZZO, W. Silagem de capim Elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 132, p. 50-55, dez. 1985.

LIMA, G. F. da C.; MACIEL, F. C. Fenação e ensilagem: estratégias de armazenamento de forragens no nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: SNPA, 1996. p. 3-23.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R. A. V. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia e farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1CD-ROM.

MACHADO, P. F.; MADEIRA, H. M. F. O bagaço de cana auto-hidrolisado na alimentação de ruminantes. In: UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. SIMPÓSIO, 1992, São Carlos, **Anais...** São Carlos: EMBRAPA, UEPAE, 1992. p. 149-183.

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

MARTINS, A. de S.; VIEIRA, P de F.; BERCHIELLI, T. T.; PRADO, I. N. do; SETTI, M. C.; FEITOSA, J. W.; LOYOLA, V. R.; GARCIA, J. A. S. Efeito da adição de enzimas fibrolíticas sobre a degradabilidade *in situ* da silagem de milho, palha de arroz e bagaço de cana. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 1CD-ROM.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. New York: Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 1, p. 645, Mar. 1977.

MELLO JÚNIOR, C. do A. **Efeitos do tratamento com pressão e vapor sobre a composição e a cinética da fermentação “in vitro” do bagaço de cana-de-**

açúcar (Saccharum sp. L.). 1987. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MINUT, J. **Elaboration de quesos.** Buenos Aires: El Ateneo, 1951. 589 p.

NASCIMENTO, H. T. S. do; NASCIMENTO, M. do S. C. B.; RIBEIRO, V. Q. Tratamento de resíduos da agroindústria com uréia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. 1CD-ROM.

NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. **Linear statistical models: regression, analyses of variance and experimental designs.** 2. ed. USA: Richard D. Irwin, 1985. 1125 p.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2069. Aug. 1988.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. de F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagens de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-99.

NUSSIO, L. G.; SCHIMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 01 a 33.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, Apr. 1979.

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

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS/SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 17-47.

PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 235-254.

PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F. da; SILVA, P. A.; ÍTAVO, L. C. V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1071-1077, jul./ago. 2004a.

PIRES, A. J. V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SILVA, F. F. da; SILVA, P. A.; VELOSO, C. M. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1078-1085, jul./ago. 2004b.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 17, n. 6, p. 262-268, June 1966.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de capins tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 34-74.

REIS, R. A.; ROSA, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 193-232

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

RODRIGUES FILHO, A.; OLIVEIRA, S. G. de. Produção de cachaça integrada com outras atividades rurais: uma alternativa para preservar o meio ambiente e aumentar a renda da propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 67-73, 2002.

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação de alimentos. XVIII. Composição, digestibilidade e balanço de nitrogênio da silagem de bagaço de moenda e composição, digestibilidade da fração fibrosa da silagem de bagaço de difusor de destilaria de álcool de cana-de-açúcar, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1988. p. 139.

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar de micro destilaria de álcool para ruminantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 212-221, mar./abr. 1983.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality**, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 828-868.

SALES, A. C. **Registro de estabelecimento, equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de aguardente**. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). Produção de aguardente de cana-de-açúcar. Lavras: UFLA, 2001. p. 51-112.

SALIBA, E. O. S.; SANTANA, A. A. C.; MARTINS, R. G. R.; GRAÇA, D. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; BORGES, A. L. da C. C. Digestibilidade aparente e consumo da matéria seca, proteína bruta e energia do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratado com níveis crescentes de amônia anidra, fornecido a ovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1CD-ROM – NR 151

SANTANA, J.; SOUZA, S. O. Subprodutos da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 22-27, nov. 1984.

SANTOS, F. A. P. O bagaço de cana de açúcar tratado sob pressão de vapor como alternativa para a alimentação de bovinos na entressafra das pastagens. In: PEIXOTO, G.C. (Coord.). **Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1990, p. 1-19

SANTOS, M. A. S. **Valor nutritivo de silagem de resíduo de maracujá, ou em mistura com casca de café, bagaço de cana e folha de feijão.** 1995. 57p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, R. V. **Silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos.** 2004. 65 p. Dissertação. (Mestrado em Forragicultura e Pastagens) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; Couto Filho C.C. de C.; SOUZA, R. M. de. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1184-1189, nov./dez. 2006

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; NASCIMENTO, A. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1203-1208, mar./abr. 1999.

SEBRAE-MG. **Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2001. 259 p.

SILVA, J. F. C. da. Uréia como aditivo para alimentos volumosos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 80-118.

SILVEIRA, A. C.; TOSI, H.; FARIA, V. P. de; SPERS, A. Efeito de diferentes tratamentos na digestibilidade “in vitro” de silagens de capim-*napier* (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 216-225, mar./abr. 1973.

SOUZA GESUALDI, A. C. L. de; SILVA, J. F. C. da; VASQUEZ, H. M.; ERBESDOBLER, E. D’A. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 508-517, mar./abr. 2001.

TEIXEIRA, J. C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: TEIXEIRA, J. C. **Digestibilidade em ruminantes.** Lavras: UFLA/FAEP, 1997. p. 7-27.

TEIXEIRA, J. C., UMEZAKI, P.; PEREZ, J. R. O.; EVANGELISTA, A. R. Valor nutricional do bagaço de cana-de-açúcar “in natura” e tratado com uréia e hidróxido de sódio para ruminantes. I- digestibilidade e consumo. In: REUNIÃO

DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília.
Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p. 114.

THIAGO, L. R. L. de; SILVA, J. M. da. Consumo e digestibilidade do bagaço de cana in natura ou tratado com enzimas por novilhos nelore. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte.
Anais... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1984. p. 319.

THIVEND, P. Empleo del suero em la alimentacion de los ruminantes com referencia especial a los problemas decontaminación. **Revista Mundial de Zootecnia**, Rome, n. 23, p. 20-24. Jul./set. 1977.

TOSI, E.; RODRIGUES, L. R. A.; JOBIM, C. C.; OLIVEIRA, M dal SECCO; SAMPAIO, A. A. M.; ROSA, B. Ensilagem de capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 909-916, nov./dez. 1995.

TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. Botucatu: UNESP. FCMBB, 1973. 107 p. (Tese Doutorado-UNESP).

TOSI, H.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; FURTADO, C. E.; SAMPAIO, A. A. M.; OKAMOTO, F.; KRONKA, S. do N. Avaliação química e microbiológica do capim-elefante, cultivar taiwan A-148, preparado para ensilagem com bagaço de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 10, p. 1409-1413, out. 1992.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Oregon: O&B Books, 1982. 373 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

VEIGA, J. B. da. **Efeitos da adição de melaço, piro-sulfito de sódio, uréia e cama de galinheiro na silagem de capim-elefante "Napier" (*Pennisetum purpureum*, Schum)**. 1974. 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILELA, D. **Aditivos na ensilagem.** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1984. 32p. (EMBRAPA- CNPGL. Circular Técnica, 21).

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu : SBZ, 1998. p. 73-108.

VILELA, D.; CRUZ, G. M. da; CARVALHO, J. L. H. **Efeito de alguns aditivos sobre a qualidade e valor nutritivo das silagens de capim elefante.** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1982. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 15).

VILELA, D.; WILKINSON, J. M. Efeito do emurchecimento e da adição da uréia sobre a fermentação e digestibilidade *in vitro* do capim-elefante (*Penisetum purpureum*, Schum) ensilado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n. 6, p. 550-562, nov./dez. 1987.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

CAPÍTULO 4

SILAGENS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADO COM DIFERENTES DOSES DE URÉIA E MELAÇO

RESUMO

PEREIRA, Rosana Cristina. **Silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço**. 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o bagaço de cana-de-açúcar proveniente de alambique, ensilado com diferentes doses de uréia e melaço. O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG. A variedade de cana que gerou o bagaço foi a RB825336. Para o preparo das silagens, o bagaço picado em partículas de 2 a 3 cm, e os aditivos foram pesados nas devidas proporções, sendo adotada a diluição de 3 partes de água para 1 de aditivo, v/v. Os silos experimentais utilizados foram canos de PVC. Utilizou-se o DIC em esquema fatorial 2 x 4, com três repetições. Os fatores foram constituídos por quatro doses de uréia (0, 0,5, 1,0 e 1,5% da MV) e quatro doses de melaço (0, 2, 4 e 6% da MV). O material original e as silagens foram avaliados quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), capacidade tampão (CT) e pH. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Scott Knott a 5%. Todas as silagens apresentavam aspecto bom e cheiro característico. Houve efeito da interação uréia e melaço nos teores de MS, PB, cinzas, FDA, CEL, HEM, LIG, CT e pH no material original e nas silagens de bagaço de cana. Houve efeito da interação uréia e melaço no teor de FDN do material antes de ensilar, mas não no teor de FDN das silagens. Os valores registrados para capacidade tampão do bagaço foram baixos e as silagens apresentaram valores de pH inferiores a 4,2. As diferenças nos teores de MS entre as silagens foram pequenas, porém aquelas produzidas com a adição de 4 e 6% de melaço apresentaram teores de MS inferiores a 41%, o que pode favorecer a compactação nos silos. À medida que se aumentou a dose de uréia, aumentou o teor médio de PB do bagaço e das silagens. A adição de 1% de uréia ao bagaço proporcionou silagens com teor de proteína bruta acima de 7% da MS, promoveu redução nos teores de FDN, FDA, hemicelulose e lignina, podendo ser indicada para a confecção de silagens em

associação com o melaço. O melaço na dose 4% propiciou redução nos teores de PB, FDN, hemicelulose e lignina nas silagens

CHAPTER 4

ABSTRACT

PEREIRA, Rosana Cristina. **Sugar cane silages added with different doses of urea and molasses.** Lavras: UFLA, 2006. (Thesis – Doctorate in Animal Science)

This work was designed to evaluate the sugar cane bagasse coming from still, ensiled with different doses of urea and molasses. The experiment was conducted in the dependencies of the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras, MG. The sugar cane variety which yielded the bagasse was RB825336. For the making of the silages, the bagasse chopped in 5 mm particles and the additives were weighted at the due proportions, the dilution of 3 parts of water to 1 of additive, v/v. as experimental silos, PVC pipes were utilized. The CRD was utilized in a factorial scheme 2 x 4 with three replicates. The factors consisted of four doses of urea (0, 0.5, 1.0 and 1.5% of FM) and four doses of molasses (0, 2, 4 and 6% of FM). The original material and the silages were evaluated as to the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEM) and lignin (LIG), buffer capacity (BC) and pH. The data obtained were submitted to the analysis of variance and the means compared by Scott Knott's test at 5%. All the silages presented good aspect and characteristic smell. There was effect of the interaction urea and molasses on the contents of DM, CP, ashes, ADF, CEL, HEM, LIG, BC and pH, in the original material and in the cane bagasse silages. There was effect of the interaction urea and molasses on the FDN content before ensiling, but not on the NDF content of the silages. The values recorded for buffer capacity of bagasse were low and the silages presented pH value inferior to 4.2. The differences in the DM contents among the silages were low, but those produced with addition of 4 and 6% of molasses presented DM contents inferior to 41%, which can support compaction in silos. As the urea level was increased, the average CP content of the bagasse and the silages increased PB of bagasse and silages. The addition of 1% de urea to bagasse produced silages with a crude protein content above 7% of DM, promoted reduction in the contents of NDF, ADF, hemicellulose and lignin, its being able to be advisable for making of silages in association with molasses. Molasses at the dose of 4% caused reduction in the contents of CP, NDF, hemicellulose and lignin in silages. The association of 1% of urea and 4% of molasses is advisable for obtaining high quality bagasse silages.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta excelentes condições para a criação de ruminantes em pastagens; porém, em determinada época do ano ocorre uma queda acentuada na produção forrageira, causando uma dificuldade na obtenção de alimentos volumosos. Desta forma, um dos maiores entraves ao desempenho zootécnico é a falta de alimentos volumosos durante a estação seca, o que poderia ser contornado com o uso de alimentos alternativos.

Coincidentemente, nesta época de escassez a oferta de resíduos oriundos da cana-de-açúcar, após seu esmagamento nas moendas das indústrias e dos alambiques, é abundante.

O estado de Minas Gerais destaca-se pela produção artesanal de cachaça, atividade muitas vezes desenvolvida concomitantemente com a criação de bovinos, em pequenas propriedades rurais, onde a exploração de atividades complementares à produção da cachaça é uma alternativa interessante para o produtor e sua família.

O bagaço da cana gerado nos alambiques pode ser uma opção viável tecnicamente para alimentação animal, principalmente na época de falta de alimentos volumosos. Embora possa ser utilizado na geração de energia, a maior parte deste resíduo não é aproveitada, constituindo um problema sério de contaminação ambiental. Além disso, esse bagaço merece ser estudado devido à importância econômica regional da produção de cachaça, já que grande parte dos produtores está concentrada nas regiões mais pobres do estado.

Entretanto, por ser um material de baixa estabilidade e sujeito a fungos, torna-se necessária uma conservação adequada do bagaço. A ensilagem tem sido usada como uma alternativa das mais eficientes para conservação de forragens e poderá ser viável no armazenamento do bagaço.

O bagaço de cana é rico em parede celular e pobre em proteína e minerais e aditivos devem ser usados a fim de melhorar seu valor nutritivo. O uso de diferentes aditivos na ensilagem do bagaço de cana-de-açúcar proveniente de alambiques pode melhorar a conservação e a qualidade do ensilado.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o bagaço de cana-de-açúcar proveniente de alambique, ensilado com diferentes doses de uréia e melaço.

REFERENCIAL TEÓRICO

A idéia da utilização de alimentos não convencionais para ruminantes vem ganhando espaço nos últimos anos, principalmente com o objetivo de atender às dificuldades de pequenos produtores, para os quais muitas vezes o custo de alimentação dos animais é um impedimento para a criação.

O aproveitamento de restos de culturas e subprodutos da agroindústria tem se mostrado uma alternativa interessante e viável (Candido et al., 1999). Dentre os possíveis alimentos alternativos estão os resíduos da cana-de-açúcar de uma forma geral, cuja utilização na alimentação animal busca baixar o custo de alimentação dos animais e ao mesmo tempo reduzir o impacto ambiental oriundo do descarte destes resíduos.

Segundo Andrade (2001), desde 1532, quando a cultura da cana foi introduzida no Brasil, ela tem proporcionado contribuições econômicas e sociais muito grandes. É utilizada para produzir açúcar, álcool, aguardente e forragem, além dos subprodutos como ponta de cana, bagaço, melaço, torta de filtro, vinhaça e leveduras, os quais têm grande importância econômica.

No estado de Minas Gerais, a produção de cachaça artesanal é tradicional, e a maioria dos alambiques encontra-se em pequenas propriedades, onde também é comum a criação de gado. A associação dessas atividades é uma forma de explorar melhor a terra e a mão-de-obra e aumentar a renda da propriedade (Rodrigues Filho & Oliveira, 2002). Entretanto, a dificuldade de se produzirem alimentos volumosos, em épocas secas, tem sido a principal limitação imposta a muitos produtores. Esta época de escassez de alimento coincide com a oferta abundante de subprodutos e resíduos oriundos do processamento da cana-de-açúcar.

Segundo Herrada et al. (1999), a conservação dos resíduos da colheita ou safra canavieira permite, além de contar com uma fonte de alimento para a época da seca, dar um uso mais racional a esses subprodutos, com o objetivo de aproveitá-los em toda sua potencialidade.

Grandes quantidades de bagaço são geradas, acarretando problemas de armazenamento e de contaminação ambiental e a conservação adequada desse material permitirá seu uso na alimentação animal. De acordo com Herrada et al. (1999), para conservar forragens em ótimas condições existem fundamentalmente 2 métodos: ensilagem e fenação. Assim, a ensilagem do bagaço pode ser uma opção para amenizar este problema, uma vez que o bagaço deteriora-se muito rapidamente durante a estocagem, havendo a necessidade de desenvolver metodologias para melhor conservá-lo e manter ou melhorar seu valor nutricional.

De acordo com Pereira & Reis (2001), o ideal para ensilagem é que a forragem apresente teores de MS entre 35 e 45%, e para os teores entre 40 a 45%, é recomendável que a forragem seja picada em partículas menores, a fim de se conseguir melhor compactação. A redução do tamanho de partícula garante maiores densidades da silagem e menores perdas (Balsalobre et al., 2001).

No processo de ensilagem, o princípio de conservação da forragem é a redução do pH pela fermentação dos açúcares solúveis da planta. O pH baixo aumenta a taxa de hidrólise química de alguns polissacarídeos, como a hemicelulose, que pode baixar o teor de fibra da forragem ensilada. Assim sendo, as melhores forrageiras para ensilagem são aquelas com elevado teor de açúcares solúveis (Nussio et al., 2002).

O bagaço *in natura* é um produto fibroso resultante do esmagamento da cana-de-açúcar para obtenção de açúcar, álcool ou aguardente (Santana & Souza, 1984). A composição da cana-de-açúcar, e conseqüentemente do bagaço, é bastante variável. Diferenças na composição do bagaço podem ser devidas à variedade da cana, à época do corte e à eficiência da extração do caldo (Silva, 1981).

As diferenças em qualidade entre as variedades de cana-de-açúcar podem ser grandes (Gooding, 1982). Pate e Coleman, citados por Rodrigues & Esteves (1992), analisaram 66 variedades de cana com 10 meses de idade e os resultados mostraram diferenças consideráveis, observando-se, por exemplo, uma variação de 43 a 68% de FDN e de 32 a 57% para açúcares totais. Andrade et al. (2002a) avaliaram 60 cultivares de cana-de-açúcar com vistas à alimentação animal e observaram efeito de cultivares para os componentes da fibra, verificando variação de 56,25 a 35,79% nas porcentagens de FDN, de 35,55 a 21,14% em FDA, de 29,01 a 17,94% na celulose, de 23,87 a 11,15% na hemicelulose e de 6,78 a 2,71% em lignina.

Carvalho et al. (2005) obtiveram, na análise bromatológica do bagaço de cana *in natura*, teores de 30,8% de MS; 95,85% de MO; 1,40% de PB; 84,01% de FDN; 63,82% de FDA; 0,61% de EE; 93,84% de carboidratos totais (CHT) e 9,83% de carboidratos não fibrosos (CNF).

Ao avaliarem o bagaço de cana-de-açúcar adquirido em usinas produtoras de cachaça, localizadas no Município de Macarani, BA, Carvalho et

al. (2006) registraram teores de MS, PB, FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina de 40,11%; 2,32%; 59,02%; 38,34%; 30,30%; 20,68% e 7,34%, respectivamente. Comparando esses valores com os obtidos por Carvalho et al. (2005), observa-se uma diferença considerável nos teores de FDN e FDA

Rodrigues & Peixoto (1988) compararam silagens de bagaço de cana em que o caldo foi extraído por moenda e por difusão e obtiveram teores respectivos de 34,15 e 19,35% de MS; 78,29 e 84,93% de FDN; 49,75 e 62,05% de FDA e 10,33 e 11,76% de lignina, evidenciando a influência do modo de obtenção do bagaço na sua composição e, conseqüentemente, na composição das silagens produzidas.

O bagaço proveniente de alambiques apresenta teor residual de açúcares mais elevado que o oriundo das usinas e destilarias (Barcelos & Rezende, 2002), devido à menor capacidade de extração de açúcar da cana nas moendas utilizadas.

De acordo com Mello Júnior (1987), a utilização do bagaço de cana na alimentação de ruminantes é possível devido à capacidade que esses animais têm de utilizar alimentos fibrosos como fonte de energia. Entretanto, a sua participação na ração deve ser reduzida em função da sua baixa digestibilidade e do baixo consumo, decorrentes do elevado nível de lignina presente em sua fração fibrosa. Em revisões feitas por Jung & Vogel (1986), estudos demonstraram fortes correlações negativas da digestão de fibras e matéria seca com a concentração de lignina na forragem.

Por ser um alimento de baixa qualidade, rico em fibra, pobre em proteínas e minerais e com baixa digestibilidade (Santos, 1990), o uso do bagaço somente será eficiente se o seu valor nutritivo for melhorado por meio de tratamentos químico, físico e enzimático ou pela inclusão de aditivos nutritivos.

Segundo Teixeira (1992), o tratamento químico dos volumosos de baixa qualidade com amônia anidra, uréia e outros compostos visa melhorar o valor

nutritivo com o aumento de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca, elevando, assim, o consumo e o desempenho dos animais, além de proporcionar melhor conservação do volumoso. Entretanto, os resultados obtidos por pesquisadores têm sido controversos, muitas vezes evidenciando a inviabilidade dos tratamentos.

Nascimento et al. (1999) trataram o bagaço de cana com uréia líquida a 5% e o conservaram em silos durante 10, 20 e 30 dias. A incubação com uréia aumentou o percentual de proteína bruta do bagaço, reduziu a FDA e não afetou a FDN. A incubação com uréia durante 20 dias resultou em decréscimo da digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS), o que constituiu um efeito inesperado. A hidrólise com uréia não se mostrou eficiente em reduzir os teores de lignina, e ao contrário do desejado, a dose de lignina no bagaço de cana aumentou aos 10 e aos 30 dias de incubação. Os autores enfatizaram a necessidade de estudos adicionais sobre a viabilidade econômica para a recomendação da incubação com uréia.

Saliba et al. (2004) avaliaram dietas formuladas à base de bagaço de cana-de-açúcar oriundo de destilaria de cachaça tratado ou não com amônia anidra, observaram uma maior digestibilidade da MS e da PB para a dieta em que se utilizou o bagaço de cana *in natura* e concluíram que a amonização não influenciou o consumo e a digestibilidade da matéria seca e da energia.

Sarmento et al. (1999) concluíram que a amonização do bagaço de cana-de-açúcar utilizando uréia resultou no aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), PB e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e diminuição da FDN e hemicelulose; entretanto, a MS e FDA não sofreram alterações, demonstrando que a amônia não causa alterações nas frações da celulose e lignina, que são constituintes da FDA. Alterações na digestibilidade do bagaço ocorreram devido a diminuições nos teores de FDN e hemicelulose e incremento nas doses de PB pelo tratamento químico. Os autores afirmam que o

aumento de proteína tem sido o efeito mais notável da hidrólise com amônia e destacam, também, a necessidade de estudos adicionais sobre a viabilidade econômica da prática de incubação com uréia.

Em estudo realizado por Candido et al. (1999), avaliando a amonização do bagaço de cana, o nível mínimo de PB para o bom funcionamento do rúmen (7,0%) foi obtido com a adição de 2,7% de uréia, com base na matéria seca, sendo este valor calculado a partir de equação de regressão linear

Souza Gesualdi et al. (2001) estudaram o bagaço da cana-de-açúcar tratado com amônia anidra, uréia e sulfato de amônio e verificaram que as fontes de amônia promoveram decréscimo no teor de fibra em detergente neutro do bagaço e houve redução no teor de hemicelulose dos subprodutos tratados com uréia. O efeito dos tratamentos no teor de proteína bruta do bagaço foi positivo.

Em pesquisa de Freitas et al. (2001), a amonização mostrou-se eficaz para aumentar a qualidade nutricional do bagaço de cana-de-açúcar coletado em destilaria de aguardente, uma vez que o tratamento com uréia melhorou a qualidade bromatológica do bagaço devido ao aumento do conteúdo de PB e à redução no conteúdo de FDN e FDA. Segundo os autores, o tratamento com uréia pode contribuir para a melhoria da digestibilidade da matéria seca no bagaço.

De acordo com Araújo (1986), o uso da uréia dissolvida em água e aspergida sobre o volumoso em adição com o melaço tem sido recomendado como forma de melhorar o valor nutricional de forragens. A uréia, quando usada na alimentação de ruminantes, pode ter a função de acrescentar nitrogênio em forragens que apresentam teor protéico reduzido, substituir farelos protéicos ou criar condições mais favoráveis ao funcionamento do rúmen (Faria, 1988).

A adição de uréia durante a ensilagem é uma das formas mais seguras em termos de utilização desse produto, além de ser um processo fácil de ser

executado (Faria, 1988). Porém, o autor recomenda que a inclusão de uréia deve ser feita em forragens contendo de 30 a 40% de MS.

Segundo Lima & Maciel (1996), a razão primária para a aplicação de nitrogênio não protéico (NNP) à silagem é o incremento no teor de N da forragem, sendo a uréia e a amônia os principais aditivos utilizados com esse fim. Recomenda-se a utilização de 5 kg de uréia por tonelada de forragem (0,5%). Entretanto, os autores destacam que a quantidade de NNP a ser adicionada depende do teor de MS, do teor de PB original da forragem e das perdas esperadas na aplicação.

A uréia pode aumentar a digestibilidade da matéria seca se o nível de nitrogênio da dieta estiver comprometendo a fermentação ruminal (Vilela, 1984). Mertens (1994) preconiza um nível mínimo de 6-8% de proteína bruta necessário para as atividades normais das bactérias ruminais.

Devido à facilidade de obtenção e de uso, vários estudos têm sido realizados avaliando a adição de uréia em silagens de cana-de-açúcar. Todavia, Nussio & Schmidt (2004) enfatizam que os resultados têm sido bastante variáveis para inclusão de doses de 0,5 a 2% da massa verde.

Lima et al. (2002) avaliaram a uréia como aditivo na silagem de cana nas doses 0, 0,5, 1,0 e 1,5%, com base no peso verde da cana, e obtiveram uma elevação nos teores de PB de 2,41 para 7,70% da dose 0 para o 1,5% de uréia. O menor teor de FDN (47,75%) foi obtido com a aplicação de 1,0% de uréia e a menor FDA (35,39%), com a dose de 1,5% de uréia. Entretanto, a uréia não afetou os parâmetros fermentativos da silagem.

O melaço tem sido considerado um veículo bastante adequado para o fornecimento de uréia por ser palatável e rico em energia, e a mistura pode ser usada em suplementação a volumoso de baixo teor protéico, diluída em água (Faria, 1988) e também aspergida sobre a forragem no momento da ensilagem. O melaço tem sido incluído em vários estudos, principalmente de ensilagem de

capim-elefante, com a finalidade de aumentar o teor de carboidratos solúveis da massa ensilada e, com isso, estimular a produção de ácido lático. Todavia, os resultados não têm sido consistentes.

Tosi et al. (1995) constataram que o melaço foi um aditivo indispensável para se obter boa silagem de capim-elefante cv. Mott. A adição de 4% de melaço elevou o teor de carboidratos solúveis, inibiu a proteólise e produziu silagem com baixos pH e N amoniacal.

De acordo com Veiga (1974), a eficiência do melaço depende mais do nível de matéria seca do que do conteúdo de açúcar da forragem. O melaço freqüentemente aumenta a acidez, o ácido lático e a preservação de nutrientes.

Como o bagaço de cana apresenta elevado teor de matéria seca, a aspersão de uréia e melaço diluídos em água pode contribuir para o aumento do teor de umidade, favorecendo a compactação nos silos e diminuindo as perdas de forragem. Segundo Nussio et al. (2002), a compactação visa retirar a maior quantidade possível de ar do interior da massa verde que está sendo ensilada, de maneira rápida, para que ocorra a fermentação anaeróbia, responsável por uma boa silagem.

O bagaço de cana é um material rico em fibra e pobre em conteúdo celular e o uso de aditivos nutritivos capazes de favorecer a fermentação é fundamental para obtenção de silagens de bagaço de melhor qualidade, uma vez que, segundo Wolford (1984), os carboidratos estruturais têm uma importância muito pequena no processo de fermentação da silagem. Exceção feita à hemicelulose, que pode atuar como uma reserva de açúcares fermentescíveis através de sua hidrólise. Por meio de hidrólise química ou pela ação de enzimas da própria forragem, até 20% da hemicelulose pode ser hidrolisada em açúcares de 5 ou 6 carbonos, que serão utilizados posteriormente por bactérias acéticas ou lácticas (Moser, 1980). Van Soest (1994) afirma que a celulose e a lignina se mantêm estáveis nas fermentações no interior do silo e que estas frações só são

perdas quando se observa presença de fungos. Porém, McDonald et al. (1991) enfatizam que durante a ensilagem, o total de ácido produzido pode ser superior à quantidade produzida somente pela fermentação de carboidratos solúveis. Nestes casos, os carboidratos solúveis podem ser provenientes da hidrólise de carboidratos estruturais como a celulose, a hemicelulose e a pectina.

Nussio & Schmidt (2004) avaliaram a associação de aditivos e observaram que combinações de amônia aquosa e uréia com melaço promoveram queda na produção de etanol em silagens de cana, detectando ainda que ambas as soluções apresentaram efeito positivo sobre a preservação das silagens. Doses de uréia entre 0,5 e 1% da MV são mais efetivas em reduzir perdas fermentativas nas silagens de cana-de-açúcar, uma vez que, em doses superiores, o poder de tamponamento exercido pela uréia pode ser crítico ao processo de conservação. Entretanto, de acordo com Lima & Maciel (1996), a ação tamponante da amônia é muito mais pronunciada que a da uréia, uma vez que somente cerca de 30% da uréia é convertida em amônia durante o processo de ensilagem. A recuperação de N nas silagens aditivadas com uréia é geralmente alta, acima de 70%, o que deve ser computado como benefício adicional na escolha do aditivo (Nussio & Schmidt, 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de julho de 2004 a junho de 2005, nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

O bagaço de cana utilizado foi proveniente do Alambique Bocaina, localizado no município de Lavras, MG. A variedade de cana utilizada foi a

RB825336, que, de acordo com Andrade et al. (2002b), apresenta maturação precoce, alto teor de sacarose, média exigência em solos, ótimos perfilhamento e brotação de soqueira e resistência ao carvão, à ferrugem e à escaldadura.

O bagaço de cana foi picado em partículas de 2 a 3 cm. Para o preparo das silagens, o bagaço e os aditivos foram pesados nas devidas proporções e cada mistura foi homogeneizada antes de ser ensilada. Para veicular os aditivos foi adotada a diluição de 3:1, ou seja, 3 partes de água para 1 de aditivo, v/v.

Após a mistura do bagaço com o (s) aditivo (s), foram retiradas amostras do material original picado, antes da ensilagem, para determinação do teor de matéria seca (MS) a 60° C, em estufa de ventilação forçada, segundo metodologia da AOAC (1975), e para determinação do poder tampão conforme o método de Playne & McDonald (1966). As amostras utilizadas para determinação do poder tampão foram previamente congeladas. As amostras do material original, pré-secadas, foram pesadas e moídas utilizando um moinho estacionário Thomas-Wiley, dotado de peneira de 1mm, e acondicionadas em potes de polietileno. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas, adotando as normas da AOAC (1975), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina em permanganato de potássio (LIG), de acordo com Van Soest et al. (1991). As análises bromatológicas foram feitas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. Foi feita também a determinação do teor de açúcares totais no bagaço *in natura* (BIN), pelo método de Antrona (Dische, 1962), no laboratório de Análise de Produtos Vegetais do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA, e os resultados foram expressos em porcentagem (%) da matéria seca.

Como silos experimentais foram utilizados canos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. A densidade de forragem utilizada foi de 450

kg/m³. A compactação foi realizada com soquetes de ferro e o fechamento, com tampas de PVC dotadas de válvula tipo Bunsen, lacradas com fita adesiva.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com três repetições. Os fatores foram constituídos por dois aditivos e quatro doses. A uréia pecuária foi utilizada nas doses 0, 0,5, 1,0 e 1,5% da MV e o melado em pó, nas doses 0, 2, 4 e 6% da MV.

Modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijk}$, em que:

Y_{ijk} = valor observado correspondente ao nível i do fator A no nível j do fator B;

μ = constante associada a todos os dados;

a_i = efeito do nível i do fator A, com $i = 1$ e 2 ;

b_j = efeito do nível j do fator B, com $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

ab_{ij} = efeito da interação do nível i do fator A com o nível j do fator B;

e_{ijk} = erro experimental associado a y_{ijk} considerado independente com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os silos permaneceram fechados durante 150 dias, e após abertura a silagem da parte superior dos silos foi descartada. O conteúdo de cada silo foi homogeneizado e dele foram retiradas amostras para determinação do pH, que foi realizada imediatamente após a abertura dos silos, utilizando-se 9 g de amostra imersa em 60 mL de água destilada, por 30 minutos, com posterior leitura em potenciômetro. Também foram retiradas amostras para determinação da MS a 60° C. As amostras pré-secadas foram moídas em moinho estacionário com peneira de 1 mm. Os mesmos parâmetros avaliados no material original foram avaliados nas silagens, com exceção para a capacidade tampão, determinada apenas no material original, e o pH, determinado apenas nas silagens. As análises foram feitas no Laboratório de Pesquisa Animal do

Departamento de Zootecnia da UFLA. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5%, utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Açúcares totais no BIN e matéria seca, proteína bruta e cinzas no material original e nas silagens de bagaço

Todas as silagens encontravam-se com aspecto bom, ocorrendo pequena perda na parte superior de alguns silos, o que pode ser atribuído a uma provável entrada de ar ou compactação deficiente dessa porção.

O teor de açúcares totais do bagaço *in natura* foi de 16,4% na MS, portanto acima da faixa de 8 a 10% de MS de carboidratos solúveis, o que segundo McDonald et al. (1991) e Woolford (1984), seria o mínimo para garantir o processo adequado de fermentação. O teor de açúcares totais no bagaço pode ser considerado elevado, uma vez que Pate e Coleman, citados por Rodrigues & Esteves (1992), obtiveram teores entre 32 a 57% de açúcares totais ao avaliarem 66 variedades de cana com 10 meses de idade.

Houve efeito da uréia e do melaço no teor de MS no material original ($P < 0,05$); porém, a interação dos fatores não foi significativa ($P > 0,05$) para esse parâmetro (Anexo C). Para as silagens houve efeito significativo da uréia, do melaço e da interação desses fatores no teor de MS ($P < 0,05$). Os teores de matéria seca no bagaço, com e sem aditivos, antes de ensilar (material original) e das respectivas silagens, encontram-se na tabela 8.

TABELA 8. Teores de matéria seca (MS) no material original e nas silagens de bagaço de cana com e sem aditivos

Material Original					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	51,70	47,07	42,86	40,05	45,42 b
0,5% uréia	50,73	45,83	41,44	39,41	44,35 b
1,0% uréia	48,48	44,62	41,51	38,86	43,37 a
1,5% uréia	50,83	46,04	41,69	39,34	44,47 b
Média	50,43 D	45,89 C	41,87 B	39,42 A	44,40
Silagem					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	45,23 a C	41,01 a B	38,31 a A	39,12 a A	40,92 a
0,5% uréia	45,34 a C	42,39 b B	40,18 b A	38,87 a A	41,89 b
1,0% uréia	46,12 a D	43,51 c C	40,81 b B	38,36 a A	42,01 b
1,5% uréia	47,31 b D	43,75 c C	40,96 b B	39,12 a A	42,79 c
Média	46,00 D	42,67 C	40,07 B	38,87 A	41,90

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Observando os dados apresentados na tabela 8, referentes ao material original, nota-se que à medida que aumentou a dose de melaço, diminuiu o teor de MS do bagaço. Este efeito era esperado em função da maior quantidade de água usada na diluição do melaço, que foi feita v/v, com as doses mais altas do aditivo contribuindo mais para o aumento no teor de umidade no bagaço. A inclusão de 4 e 6% de melaço proporcionou reduções respectivas de 8,56 e 11,01 unidades porcentuais no teor médio de MS do bagaço, o qual passou de 50,43% no bagaço puro para 41,87 e 39,42% com 4 e 6% de melaço. A redução no teor de MS no bagaço pode contribuir para facilitar a compactação do material nos silos, uma vez que teores muito elevados de MS dificultam a compactação e contribuem para elevar as perdas de MS com a ensilagem. O bagaço com 0 e 2% de melaço apresentou teor médio de MS superior a 45%, portanto fora da faixa de 35 a 45% de MS considerada ideal por Pereira & Reis (2001) para ensilagem.

Quanto à adição de uréia, houve diferença significativa no teor médio de MS no bagaço apenas com a dose 1% (43,37%), cujo teor foi inferior aos obtidos com as demais doses avaliadas. A diluição da uréia também foi feita v/v, sendo adicionada maior quantidade de água na dose mais elevada do aditivo. Sendo assim, era de se esperar que o menor teor de MS fosse obtido com a dose 1,5% de uréia.

Comparando os teores médios de MS no material original e nas silagens, nota-se uma tendência de as doses mais altas de uréia (1 e 1,5%) e de melaço (4 e 6%) proporcionarem menores perdas de MS com a ensilagem. As perdas de MS foram de 1,36 e 1,68 unidades percentuais nas silagens com 1 e 1,5% de uréia, respectivamente, e de 1,8 e 0,55 unidades percentuais empregando-se 4 e 6% de melaço. As maiores diferenças na MS no bagaço antes e após ensilagem foram obtidas com a silagem de bagaço puro, com 6,47 unidades percentuais, e com a silagem de bagaço com 2% de melaço, com 6,60 unidades percentuais.

Quanto às silagens, naquelas produzidas com 0 e 0,5% de uréia, o aumento nas doses de melaço até 4% proporcionou redução nos teores de MS. Não houve diferença significativa entre os teores de MS nas silagens produzidas com as combinações de 0 e 0,5% de uréia com 4 e 6% de melaço. Sendo assim, pode-se recomendar a dose 4% de melaço para ser combinada com 0 e 0,5% de uréia. Entretanto, quando se utilizou o melaço na dose 4%, apenas a combinação com 0% de uréia diferiu, apresentando teor de MS de 38,31%, inferior aos obtidos com as demais doses de uréia. Nas silagens produzidas com a inclusão de 1,0 e 1,5% de uréia, observou-se que à medida que aumentou a dose de melaço, diminuiu o teor de MS.

Na ausência de melaço, houve diferença estatística no teor de MS nas silagens apenas quando se adicionou a uréia na dose 1,5%, a qual promoveu elevação na MS. Sendo assim, considerando a diminuição na MS, não se justifica o uso de uréia quando o melaço não for utilizado.

Com o emprego de 2% de melaço, a melhor dose de uréia é a 0%, que proporcionou teor de MS de 41,01%. Entretanto, as maiores perdas de MS, comparando os teores de MS nas silagens com o material original, foram registradas nas silagens produzidas sem uréia e com 2% de melaço. As reduções no teor de MS podem ser atribuídas principalmente à diminuição de carboidratos solúveis durante a fermentação e às perdas na forma de gases, uma vez que, em função dos elevados teores de MS, não houve perda por lixiviação.

As silagens produzidas com a adição de 4 ou 6% de melaço, em todas as combinações com a uréia, apresentaram teores de MS inferiores a 41%, e as produzidas com 2% de melaço, teores inferiores a 45%. De modo geral, as diferenças entre os teores de MS nas silagens foram pequenas.

A associação das doses mais elevadas de uréia e melaço (1,5 e 6%, respectivamente) proporcionou a menor quantidade de perda de MS (0,22 unidades percentuais). Os resultados evidenciam que esses aditivos podem contribuir para a obtenção de silagens de bagaço de melhor qualidade e com menores perdas. Perdas de MS inferiores a 1 unidade percentual foram obtidas nas silagens produzidas com 1% de uréia e 6% de melaço (0,50 unidades percentuais), 0,5% de uréia e 6% de melaço (0,54 unidades percentuais), 1% de uréia e 4% de melaço (0,70 unidades percentuais) e 1,5% de uréia e 4% de melaço (0,73 unidades percentuais).

Houve efeito da uréia, do melaço e da interação uréia melaço ($P < 0,05$) nos teores de proteína bruta no material original e nas silagens de bagaço de cana (Anexo C). Na tabela 9 são apresentados os teores de proteína bruta no bagaço antes de ensilar e nas silagens de bagaço com e sem aditivos.

Tabela 9. Teores de proteína bruta (PB), em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos

Material Original						
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média	
0,0% uréia	2,00 a A	2,61 a A	2,58 a A	2,57 a A	2,44 a	
0,5% uréia	4,87 b A	5,59 b A	5,11 b A	4,97 b A	5,14 b	
1,0% uréia	7,09 c A	8,59 c B	8,56 c B	7,36 c A	7,90 c	
1,5% uréia	10,42 d A	10,81 d A	10,15 d A	9,94 d A	10,33 d	
Média	6,09 A	6,90 B	6,60 B	6,21 A	6,45	
Silagem						
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média	
0,0% uréia	1,94 a A	2,60 a B	1,95 a A	2,65 a B	2,29 a	
0,5% uréia	4,53 b A	5,43 b B	5,29 b B	4,81 b A	5,02 b	
1,0% uréia	8,38 c B	7,92 c A	7,88 c A	8,00 c A	8,05 c	
1,5% uréia	11,31 d B	11,78 d C	11,46 d B	10,67 d A	11,30 d	
Média	6,54 A	6,93 B	6,65 A	6,53 A	6,66	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Observando os dados referentes ao material original (tabela 9), nota-se que quando se utilizaram as doses de 0, 0,5 e 1,5% de uréia, não houve efeito ($P > 0,05$) da dose de melaço no teor de proteína. Para a dose de 1% de uréia, os teores mais elevados de PB foram conseguidos com o uso de 2 e 4% de melaço e com 8,59 e 8,56% de PB na MS, respectivamente. A adição de 1 e 1,5% de uréia ao bagaço, independentemente da dose de melaço utilizada, proporcionou teores de PB acima de 7%, portanto dentro da faixa de 6-8% considerada por Mertens (1994) como o mínimo necessário para que este nutriente não seja limitante para fermentação dos carboidratos estruturais pela flora microbiana no rúmen. Os teores mais elevados de PB foram obtidos com a dose 1,5% de uréia, não havendo diferença nos teores obtidos com a combinação dessa dose de uréia com as doses de melaço. Sendo assim, quando o objetivo são teores mais elevados de proteína para o bagaço de cana, recomenda-se a dose 1,5% de uréia na ausência de melaço (10,42% na MS).

Por outro lado, para todas as doses de melaço avaliadas, houve efeito da dose de uréia, sendo que, à medida que se aumentou a dose de uréia, aumentou o teor de PB no bagaço, o que é justificado pelo incremento de nitrogênio da uréia ao bagaço. Sarmento et al. (1999) avaliaram o bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia e registraram aumento na PB. Resultados semelhantes foram obtidos por Freitas et al. (2001), Nascimento et al. (1999) e Saliba et al. (2004).

Comparando o material original e as silagens, nota-se que as silagens confeccionadas com a adição de 1,5% de uréia apresentaram incremento no teor de PB, sendo que, na combinação de 1,5% de uréia e 4% de melaço, o teor de PB passou de 10,15 no material original para 11,46% na silagem, representando um aumento de 12,91%, bem superior à variação de 1 a 2% na concentração de PB, citada por Rotz e Muck (1994) como consequência da perda de carboidratos solúveis durante a fermentação. De acordo com Santos et al. (2006), a silagem com mesma proporção de uréia que o material original apresenta valor de proteína mais alto porque o material não ensilado fica mais exposto ao ambiente, volatilizando a amônia em maior proporção do que na silagem. Entretanto, neste trabalho foram retiradas amostras no material original pouco tempo após a mistura com os aditivos, levando à suposição de que as perdas podem ter ocorrido durante a secagem do material em estufa com circulação de ar.

Com a adoção da dose 1% de uréia, apenas as silagens produzidas em combinação com 0 ou 6% de melaço apresentaram elevação no teor de PB, em relação ao bagaço antes de ensilar.

Analisando os dados obtidos com as silagens (tabela 9), pode-se afirmar que na ausência de uréia, os teores de PB nas silagens foram semelhantes com o uso de 2 e 6% de melaço e superiores aos obtidos com os demais níveis. Para a dose 0,5% de uréia, a combinação com 2 e 4% de melaço proporcionou teores mais elevados de PB, porém com valores inferiores a 6%. Todas as silagens

produzidas com 1% de uréia em combinação com o melaço apresentaram teor de PB superior a 7% na MS, sendo o maior teor obtido com 0% de melaço (8,38%). Entre todas as silagens avaliadas, a que apresentou o teor de PB mais elevado foi a produzida com a adição de 1,5% de uréia e 2% de melaço, com 11,78% de PB na MS.

Houve efeito da dose de uréia no teor de PB nas silagens ($P < 0,05$) para todas as doses de melaço avaliadas. À medida que se aumentou a dose de uréia, aumentou o teor de PB nas silagens; porém, a inclusão de 0,5% de uréia em combinação com todas as doses de melaço não foi suficiente para elevar o teor de PB das silagens até o mínimo recomendado, o qual, segundo Mertens (1994), é de 6 a 8% na MS..

Todas as silagens produzidas com a adição de 1% de uréia, com base na matéria verde, independentemente da dose de melaço, apresentaram teores de PB acima de 7,8% da MS, e com a inclusão de 1,5% de uréia, teores acima de 10,5% da MS. Avaliando a amonização do bagaço de cana, Candido et al. (1999) e Carvalho et al. (2006) concluíram que, respectivamente, 2,7% e 2,62% de uréia, com base na matéria seca, foram necessários para atingir o teor mínimo de 7,0% de PB, sendo que ambos adicionaram também, ao bagaço, grão de soja moído como fonte de urease.

Houve efeito da uréia e do melaço no teor de cinzas no material original ($P < 0,05$); porém, a interação dos fatores não foi significativa ($P > 0,05$) para esse parâmetro (Anexo C). Para as silagens houve efeito significativo da uréia, do melaço e da interação desses fatores no teor de cinzas ($P < 0,05$). Na tabela 10 são apresentados os teores de cinzas no material original e nas respectivas silagens, com e sem aditivos.

Tabela 10. Teores de cinzas, em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana com e sem aditivos

Material Original					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	0,87	1,66	2,53	3,13	2,05 a
0,5% uréia	0,88	1,71	2,43	3,17	2,05 a
1,0% uréia	0,88	2,04	2,85	3,39	2,29 b
1,5% uréia	0,99	2,37	3,18	4,03	2,64 c
Média	0,90 A	1,95 B	2,75 C	3,43 D	2,26
Silagem					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	1,06 a A	2,03 a B	3,01 b C	3,67 a D	2,44 b
0,5% uréia	1,01 a A	1,90 a B	2,77 a C	3,51 a D	2,30 a
1,0% uréia	1,02 a A	1,95 a B	2,64 a C	3,72 a D	2,33 a
1,5% uréia	0,95 a A	2,00 a B	2,78 a C	3,61 a D	2,33 a
Média	1,01 A	1,97 B	2,80 C	3,63 D	2,35

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Pode-se afirmar que à medida que se aumentou a dose de melaço, aumentou o teor médio de cinzas no material original. Esse resultado era esperado, pois o melaço, segundo informações no rótulo da embalagem, pode apresentar até 25% de matéria mineral na sua composição. Todavia, ainda assim os teores de cinza são muito baixos, evidenciando a necessidade de se fornecer um suplemento mineral balanceado nas rações com bagaço de cana. A uréia promoveu acréscimo no teor de cinzas a partir da dose 1%, uma vez que não houve diferença significativa entre os teores médios de cinzas do bagaço com 0 e 0,5% de uréia. Com base na composição da uréia, que apresenta em torno 0,003% de cinzas, não era esperado efeito significativo desse aditivo no teor de cinzas no bagaço.

Comparando os teores de cinzas no material original e na respectiva silagem, observa-se que quando o bagaço foi ensilado com 0 ou 0,5% de uréia em combinação com todas as doses de melaço, ou com 1% de uréia em

combinação com 0 e 6% de melaço, os teores de cinzas foram aumentados nas silagens. É provável que nessas silagens as diferenças sejam consequência da perda de compostos orgânicos, resultando em aumento na concentração de matéria mineral. Os teores de cinzas foram reduzidos nas silagens em relação ao material original quando se combinou a dose 1% de uréia com 2 ou 4% de melaço, e 1,5% de uréia com todas as doses de melaço.

Nas silagens, a interação entre uréia e melaço foi significativa ($P < 0,05$). A utilização do melaço em doses crescentes, promoveu elevação crescente nos teores de cinzas, em todas as combinações com uréia.

Não houve efeito da dose de uréia quando se utilizou o melaço nas doses 0, 2 e 6%. Para a dose 4% de melaço, o maior teor de cinzas foi obtido na ausência de uréia (3,01%), com as demais doses de uréia proporcionando silagens com teores estatisticamente iguais. Com a utilização de 6% de melaço, os teores de cinzas nas silagens foram superiores a 3,5% e não houve efeito significativo da dose de uréia.

Fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina no material original e nas silagens

Houve efeito da uréia, do melaço e da interação uréia e melaço no teor de FDN no material original e nas silagens, com e sem aditivos ($P < 0,05$). Os valores obtidos para o teor de FDN no material original e nas silagens de bagaço de cana encontram-se na tabela 11.

Tabela 11. Teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos

Material Original					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	79,43 c C	70,64 a B	67,23 c A	67,16 c A	71,11 c
0,5% uréia	76,04 b C	72,49 a B	69,21 c A	67,49 c A	71,31 c
1,0% uréia	74,70 b B	73,26 a B	64,38 b A	62,97 b A	68,83 b
1,5% uréia	70,87 a B	74,61 a C	60,32 a A	58,71 a A	66,13 a
Média	75,26 C	72,75 B	65,29 A	64,08 A	69,34
Silagem					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	79,62	74,57	66,70	69,07	72,49 c
0,5% uréia	77,03	72,45	66,70	66,40	70,64 b
1,0% uréia	74,09	70,22	64,36	63,58	68,07 a
1,5% uréia	72,63	70,29	65,56	65,75	68,56 a
Média	75,84 C	71,88 B	65,83 A	66,20 A	69,94

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Houve efeito das doses de uréia no teor de FDN no bagaço quando combinadas com as doses 0, 4 e 6% de melaço ($P < 0,05$). Não houve efeito significativo das doses de uréia ($P > 0,05$) no bagaço acrescido de 2% de melaço. Para todas as doses de uréia avaliadas, a combinação com o melaço nas doses 4 e 6% proporcionou teores mais baixos de FDN. A utilização de 1,5% de uréia em associação com 4 e 6% de melaço proporcionou os teores mais baixos de FDN, com 60,32 e 58,71%, respectivamente. A FDN e FDA são frações importantes para a determinação qualitativa de alimentos volumosos e resíduos da agroindústria (Van Soest, 1994); portanto, devem-se buscar teores mais baixos dessas frações. Sendo assim, a melhor combinação dos aditivos para o bagaço é 1,5% de uréia e 4% de melaço.

Quando comparados o material original e a silagem respectiva, são observadas pequenas variações nos teores de FDN, o que está de acordo com

Wolford (1984), que afirma que os carboidratos estruturais têm uma importância muito pequena no processo de fermentação da silagem, com exceção da hemicelulose. A hidrólise ácida e enzimática da hemicelulose, que ocorre dentro do silo, provoca a redução da fibra em detergente neutro (Rotz & Muck, 1994). Santos et al. (2006) observaram uma superioridade nos teores médios de FDN das silagens de cana em relação ao material original. Tal fato foi atribuído à redução nos teores de carboidratos solúveis no processo de fermentação alcoólica, acarretando aumento proporcional nos teores de constituintes de parede celular. Observa-se tendência de aumento nos teores de FDN com a ensilagem do bagaço com 0,5% de uréia associada com 4 e 6% de melaço e de 1 e 1,5% de uréia associada a 2% de melaço, em relação ao material não ensilado.

Não houve efeito da interação entre doses de uréia e melaço no teor de FDN nas silagens de bagaço. À medida que se aumentou a dose de uréia até 1,0% da MV, diminuiu o teor de FDN nas silagens. Não houve diferença significativa entre os teores médios de FDN nas silagens de bagaço produzidas com 1 e 1,5% de uréia. Resultados semelhantes foram obtidos por Lima et al. (2002) avaliando silagens de cana adicionadas de 0; 0,5; 1,0 e 1,5% de uréia, os quais obtiveram o menor teor de FDN com a inclusão de 1,0% de uréia. Freitas et al. (2001), Sarmiento et al. (1999) e Souza Gesualdi et al. (2001), avaliando o bagaço de cana-de-açúcar tratado com uréia, concluíram que a amonização resultou na diminuição da FDN. Por outro lado, Nascimento et al. (1999) não observaram efeito da incubação com uréia líquida a 5% no teor de FDN no bagaço de cana.

O melaço contribuiu para redução no teor de FDN nas silagens. Não houve diferença significativa no teor de FDN nas silagens de bagaço com 4 e 6% de melaço, cujos teores médios foram inferiores a 70% da MS. Como não houve diferença significativa entre as doses 1 e 1,5% de uréia e 4 e 6% de melaço, e levando em consideração o aspecto econômico para a recomendação das doses

dos aditivos, a combinação de 1% de uréia e 4% de melaço seria a mais indicada para a produção de silagens de bagaço de cana com teores mais reduzidos de FDN (64,36% na MS).

Comparando o teor de FDN nas silagens, nota-se uma diferença acentuada, de 16,0 unidades percentuais, entre o maior teor de FDN (79,62%) e o menor (63,58%), encontrados nas silagens sem aditivos e com a inclusão de 1% de uréia e 6% de melaço, respectivamente. Esses valores são importantes, considerando que a FDN limita a capacidade de ingestão de forragem pelo animal.

Houve efeito da uréia e do melaço no teor de FDA no material original ($P<0,05$), porém a interação entre os fatores não foi significativa ($P>0,05$). Nas silagens, o efeito da uréia, do melaço e da interação foi significativo ($P<0,05$). Os teores de FDA obtidos no material original e nas silagens de bagaço de cana encontram-se na tabela 12.

Tabela12. Teor de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos

Material Original					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	48,78	44,77	42,37	43,86	44,95 b
0,5% uréia	49,64	44,78	44,64	41,68	45,18 b
1,0% uréia	48,77	44,59	40,42	41,17	43,74 a
1,5% uréia	48,23	43,75	41,03	40,49	43,38 a
Média	48,86 C	44,47 B	42,12 A	41,80 A	44,31
Silagem					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	51,11 a C	48,12 b B	45,55 a A	44,01 a A	47,20 b
0,5% uréia	50,02 a A	52,81 c B	50,09 b A	47,78 b A	50,18 c
1,0% uréia	49,22 a B	49,37 b B	48,66 b B	44,44 a A	47,92 b
1,5% uréia	51,47 a B	45,75 a A	44,09 a A	42,51 a A	45,95 a
Média	50,45 C	49,01 C	47,10 B	44,69 A	47,81

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P<0,05$)

Considerando o material original, à medida que se aumentou a dose de melação até 4%, diminuiu o teor médio de FDA, o que é desejável, uma vez que a FDA relaciona-se de forma inversa com a digestibilidade do alimento. A redução no teor de FDA pode ser atribuída a um efeito de diluição, devido à incorporação de um produto altamente solúvel. Como não houve diferença no teor médio de FDA no material original adicionado de 4 e 6% de melação, recomenda-se a adoção da dose 4% por representar uma economia de aditivo.

Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) no teor de FDA no bagaço antes de ensilar, acrescido de 0 e 0,5% de uréia. As doses mais elevadas de uréia, 1 e 1,5% da MV, promoveram redução no teor de FDA no bagaço e foram semelhantes estatisticamente. Entretanto, a redução foi pequena, uma vez que o teor médio de FDA passou de 44,95% na ausência de uréia para 43,74% com a adição de 1% de uréia, representando uma diferença de 1,21 unidades percentuais. O melação se mostrou mais eficiente que a uréia na redução no teor de FDA, pois a diferença entre os teores médios obtidos com 0 e 4% de melação (48,86 e 42,12%) foi de 6,74 unidades percentuais. Com a adição de melação, promove-se uma alteração na composição do bagaço, com aumento na fração solúvel e redução nos componentes da parede celular, o que pode explicar os resultados obtidos.

Comparando os dados obtidos para material original e silagens, pode-se observar que a ensilagem promoveu acréscimo no teor de FDA em todas as combinações de uréia e melação avaliadas. A FDA é constituída pelas frações celulose e lignina, que, segundo Van Soest (1994), se mantêm estáveis nas fermentações no interior do silo e só são perdidas quando se observa presença de fungos. O aumento na FDA pode ser consequência da perda de carboidratos solúveis por processos fermentativos, aumentando a concentração dos componentes da parede celular.

Não houve efeito significativo das doses de uréia no teor de FDA nas

silagens sem melação ($P>0,05$). Com a adoção da dose 2% de melação, o menor teor de FDA (45,75%) foi obtido com a adição de 1,5% de uréia. Não houve diferença significativa no teor de FDA nas silagens confeccionadas com a associação da dose 4% de melação com 0 e 1,5% de uréia (45,55 e 44,09%), as quais apresentaram teores inferiores aos obtidos com 0,5 ou 1,0% de uréia. Quando se utilizou o melação na dosagem 6%, as silagens produzidas com a inclusão de 1,0% de uréia apresentaram teor de FDA superior ao das demais, que foram estatisticamente semelhantes. Portanto, se considerarmos apenas o teor de FDA, quando for utilizado o melação nas doses 0, 4 e 6% não se recomenda a adição de uréia, mas outros possíveis benefícios obtidos com a aplicação da uréia devem ser considerados para sua recomendação.

Para as silagens produzidas sem uréia, o aumento nas doses de melação até 4% proporcionou redução nos teores de FDA nas silagens, evidenciando uma ação favorável desse aditivo no teor de FDA. Não houve diferença significativa entre os teores de FDA obtidos com a inclusão de 4 e 6% de melação, recomendando-se, então, a dose 4%.

Quando se utilizou 0,5% de uréia, as silagens produzidas com 0, 4 e 6% de melação apresentaram teores de FDA estatisticamente semelhantes e inferiores aos obtidos com 2% de melação, que apresentou o teor mais elevado dentre todas as silagens avaliadas, com 52,81% na MS. Portanto, nas silagens produzidas com 0,5% de uréia não se justifica o uso de melação (50,02%).

A combinação de 1,0% de uréia com 0, 2 e 4% de melação originou silagens com teores de FDA semelhantes e superiores ao obtido com 1% de uréia associado com 6% de melação (44,44%), com a melhor combinação representada pelas doses 1% de uréia e 6% de melação.

Para a dose 1,5% de uréia não houve diferença estatística no teor de FDA das silagens quando se adicionou o melação nas doses 2, 4 e 6%. Porém, na ausência de melação, o teor de FDA das silagens foi superior aos obtidos com os

demais níveis avaliados (51,47%). Lima et al. (2002) obtiveram menor teor de FDA na silagem de cana aditivada com 1,5% de uréia. Redução na FDA também foi verificada por Nascimento et al. (1999) quando trataram o bagaço de cana com uréia líquida a 5%.

De forma geral, pode-se dizer que, a exemplo do que ocorreu com o material original, o melaço se mostrou mais eficiente que a uréia na redução no teor de FDA, revelando uma diferença de 5,76 unidades percentuais nos teores médios obtidos com 0 e 6% de melaço (50,45 e 44,69%). Entretanto, com o material original, o aumento nas doses de uréia promoveu redução no teor de FDA, e com as silagens, os resultados da adição de uréia mostraram um aumento no teor de FDA com o uso das doses 0,5 e 1,0% em relação aos valores obtidos com 0 e 1,5%, que foram semelhantes entre si. Isto só não ocorreu na ausência de melaço, quando não houve efeito das doses de uréia. Portanto, se considerarmos apenas o teor de FDA, quando for utilizado o melaço nas doses 0, 4 e 6% não se recomenda a adição de uréia. Todavia, outros possíveis benefícios obtidos com a aplicação da uréia devem ser considerados para sua recomendação.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da uréia, do melaço e da interação uréia e melaço no teor de celulose no material original e nas silagens de bagaço (Anexo C). Os teores de celulose obtidos no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com diferentes doses de uréia e melaço encontram-se na tabela 13.

Tabela 13. Teor de celulose, em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos

Material Original					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	36,36 a B	36,99 b B	33,94 b A	32,26 a A	34,89 d
0,5% uréia	39,04 b C	34,04 a B	30,88 a A	31,51 a A	33,87 c
1,0% uréia	37,79 b C	33,21 a B	31,59 a A	30,99 a A	33,39 b
1,5% uréia	36,74 a B	31,90 a A	30,10 a A	30,43 a A	32,29 a
Média	37,48 C	34,04 B	31,62 A	31,30 A	33,61
Silagem					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	37,65 a B	33,28 a A	31,84 a A	30,30 a A	33,27 a
0,5% uréia	36,51 a B	38,12 b B	35,02 b A	34,17 b A	35,95 b
1,0% uréia	36,46 a B	37,15 b B	36,02 b B	33,35 b A	35,74 b
1,5% uréia	36,46 a B	35,22 a B	33,47 a A	31,41 a A	34,14 a
Média	36,77 C	35,94 C	34,09 B	32,31 A	34,78

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Na ausência de uréia, não houve diferença estatística no teor de celulose no bagaço com o uso das doses 0 e 2% de melaço. Porém, as doses 4 e 6% de melaço promoveram redução no teor de celulose do bagaço e foram semelhantes entre si, apresentando teores respectivos de 33,94 e 32,26%. Portanto, caso não seja utilizada a uréia, a dose de melaço mais recomendada é a de 4% por representar quantidade menor de melaço que quando se adota a dose de 6%, o que representa economia de aditivo.

O uso de 0,5 ou 1% de uréia com 0% de melaço proporcionou teores de celulose no bagaço superiores aos obtidos com a inclusão de melaço. A combinação de 0,5 ou 1,0% de uréia com 2% de melaço propiciou teores de celulose superiores aos obtidos com a inclusão de 4 e 6% de melaço. Não houve diferença significativa entre as doses 4 e 6% de melaço, indicando que para a inclusão de 0,5 ou 1,0% de uréia a melhor dose de melaço é a de 4%.

Com o uso de 1,5% de uréia, o melaço na dose 2% foi suficiente para reduzir o teor de celulose no bagaço, com teor de 31,90%, uma vez que não houve diferença significativa entre as doses 2; 4 e 6% de melaço, que

apresentaram teores inferiores aos obtidos com a combinação 1,5% de uréia e 0% de melaço.

Na ausência do melaço, os teores mais reduzidos de celulose no bagaço foram obtidos com as doses 0 e 1,5% de uréia com 36,36 e 36,74%, respectivamente. Não houve diferença significativa entre as doses 0,5 e 1,0% de uréia.

Com a utilização de 2 ou 4% de melaço, os teores mais elevados de celulose no bagaço foram obtidos com a dose 0% de uréia (36,99 e 33,94%, respectivamente). A combinação de 2 ou 4% de melaço com 0,5; 1,0 e 1,5% de uréia proporcionou teores de celulose estatisticamente iguais. Sendo assim, ao se utilizarem 2 ou 4% de melaço, recomenda-se a adição de 0,5% de uréia a fim de se obterem teores mais baixos de celulose.

Não houve efeito da dose de uréia no teor de celulose do bagaço quando foram utilizados 6% de melaço. Portanto, considerando apenas o teor de celulose, quando se utilizarem 6% de melaço não se recomenda o uso de uréia.

Quanto às silagens de bagaço observa-se que, com a adoção da dose 0% de uréia, o maior teor de celulose foi obtido em combinação com a dose 0% de melaço (37,65%), não havendo diferença significativa entre os teores apresentados pelas silagens com 2, 4 ou 6% de melaço, podendo-se recomendar a dose 2%, por ser mais econômica.

Com a inclusão de 0,5% de uréia não houve diferença entre os teores de celulose nas silagens produzidas com a adição de 0 e 2% de melaço, que apresentaram teores superiores aos obtidos com a inclusão de 4 e 6% de melaço. Os teores apresentados com a combinação de 0,5% de uréia com 4 ou 6% de melaço foram semelhantes, com valores respectivos de 35,02 e 34,17% de celulose na MS.

Os teores de celulose nas silagens produzidas com 1,0% de uréia em associação com 0, 2 ou 4% de melaço foram semelhantes entre si e superiores ao obtido com combinação 1,0% de uréia e 6% de melaço (33,35% na MS).

A adição de 1,5% de uréia em associação ao melaço nas doses 0 e 2% proporcionou silagens com teores de celulose semelhantes entre si e superiores aos obtidos com o uso de 4 e 6% de melaço (33,47 e 31,41%, respectivamente). Como os teores de celulose nas silagens confeccionadas com a associação de 1,5% de uréia com 4 ou 6% de melaço foram semelhantes, recomenda-se 4%.

Nas silagens produzidas com 0% de melaço não se observou efeito da dose de uréia no teor de celulose. A combinação de 2% de melaço com 0 ou 1,5% de uréia proporcionou silagens com teores de celulose semelhantes entre si, com 33,28 e 35,22%, respectivamente, e inferiores aos proporcionados pelas silagens com 0,5 e 1,0% de uréia. Comportamento semelhante foi observado ao se utilizar o melaço nas doses 4 e 6%. Portanto, para qualquer das doses de melaço avaliadas, a melhor combinação é com 0% de uréia.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da uréia, do melaço e da interação uréia e melaço no teor de hemicelulose no material original e nas silagens de bagaço (Anexo C). Na tabela 14 estão apresentados os teores de hemicelulose no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos

Tabela 14. Teor de hemicelulose, em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos (...continua...)

Uréia\Melaço	Material Original				Média
	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	
0,0% uréia	30,65 c B	25,87 a A	24,61 b A	23,29 b A	26,11 b
0,5% uréia	26,40 b A	27,72 a A	24,58 b A	25,81 c A	26,12 b
1,0% uréia	25,92 b B	28,66 a B	23,96 b A	21,80 b A	25,09 b
1,5% uréia	22,64 a B	30,86 b C	19,28 a A	18,22 a A	22,75 a
Média	26,40 B	28,28 C	23,11 A	22,28 A	25,02

TABELA 14. Cont.

Uréia\Melaço	Silagem					Média
	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço		
0,0% uréia	28,51 b A	26,45 b A	23,11 b A	25,06 b A	25,78 c	
0,5% uréia	27,00 b B	19,64 a A	16,60 a A	18,61 a A	20,47 a	
1,0% uréia	24,87 b C	20,85 a B	15,70 a A	19,14 a B	20,14 a	
1,5% uréia	21,16 a A	24,55 b A	21,47 b A	23,24 b A	22,60 b	
Média	25,39 D	22,87 C	19,22 A	21,51 B	22,25	

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Para a dose 0% de uréia, houve diferença significativa no teor de hemicelulose no bagaço antes da ensilagem apenas quando se utilizou a dose 0% de melaço, que proporcionou o teor mais elevado, não ocorrendo efeito significativo da inclusão das doses 2, 4 e 6% de melaço. Portanto, se a uréia não for utilizada, a dose mais indicada é 2% de melaço (25,87% na MS).

Não houve efeito da inclusão de melaço no teor de hemicelulose do bagaço adicionado de 0,5% de uréia, não justificando o uso do melaço em combinação com essa dosagem de uréia (26,40%).

Quando se aditivou o bagaço com 1,0% de uréia, os teores de hemicelulose foram estatisticamente semelhantes nas doses 0 e 2% de melaço e nas doses 4 e 6%, que apresentaram teores inferiores de hemicelulose. Sendo assim, recomenda-se a combinação de 1% de uréia com 4% de melaço (23,96% na MS).

Com a adição de 1,5% de uréia, o teor mais elevado de hemicelulose no bagaço, antes da ensilagem, foi registrado com o uso de 2% de melaço (30,86%), e as doses 4 e 6% não diferiram entre si e proporcionaram os teores mais reduzidos de hemicelulose (19,28 e 18,22%, respectivamente). Portanto, quando se utilizar 1,5% de uréia, recomenda-se o melaço na dose 4%.

Na ausência do melaço, a uréia nas doses 0,5 e 1,0% promoveu redução no teor de hemicelulose em relação à dose 0%. Entretanto, a dose 1,5% de uréia foi mais efetiva na redução do teor de hemicelulose no bagaço (22,64% na MS), sendo a mais recomendada quando o melaço não for utilizado.

Quando se adotou a dose 2% de melaço, só houve diferença significativa no bagaço com a adoção de 1,5% de uréia, o qual apresentou teor de hemicelulose superior aos obtidos com demais níveis de uréia. Como não houve efeito significativo da inclusão de 0, 0,5 e 1,0% de uréia, não se recomenda a adição de uréia quando se utilizar o melaço na dose 2% (25,87% na MS).

O melaço nas doses 4 e 6% foi mais efetivo na redução na hemicelulose no material original quando combinado com 1,5% de uréia, quando proporcionou teores inferiores a 20% de hemicelulose, com 19,28 e 18,22% na MS, respectivamente.

Nas silagens, quando a uréia foi utilizada nas doses 0 ou 1,5% não houve efeito significativo da inclusão de doses crescentes de melaço no teor de hemicelulose, evidenciando que com 0 ou 1,5% de uréia o melaço não teve efeito, não devendo ser recomendado.

A utilização de 0,5% de uréia acarretou diferença significativa apenas em combinação com 0% de melaço, sendo semelhantes os teores de hemicelulose com as demais doses de melaço. Isso demonstra que 2% de melaço são suficientes para promover redução na hemicelulose nas silagens que receberam 0,5% de uréia.

Com a utilização de uréia na dosagem 1,0%, obteve-se o teor mais elevado de hemicelulose com 0% de melaço, seguido pelo uso de 2 e 6% de melaço, que proporcionou silagens com teores de hemicelulose semelhantes entre si. A dose 4% de melaço originou silagens com o mais baixo teor de hemicelulose, com 15,70%, sendo a mais recomendada para a associação com 1% de uréia.

Houve redução superior a 30% no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço confeccionadas com a combinação das doses 0,5 e 1,0% de uréia com a dose 4% de melaço, em relação ao material original. Esse é um indicativo de que a fração hemicelulose contribuiu efetivamente como substrato para a fermentação da silagem. A hemicelulose é um parâmetro importante na avaliação da fermentação da silagem, uma vez que McDonald (1991) verificou que, nas silagens, ao se esgotarem os carboidratos solúveis, a hemicelulose pode servir de substrato para as bactérias fermentadoras. Por outro lado, a combinação de 1,5% de uréia com 4 ou 6% de melaço promoveu elevação de 2,19 e 5,02 unidades percentuais, respectivamente, no teor de hemicelulose nas silagens em relação ao material original.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da uréia, do melaço e da interação uréia e melaço no teor de lignina no material original e nas silagens de bagaço (Anexo C). Os teores de lignina obtidos no material original e nas silagens de bagaço com níveis crescentes de uréia e melaço encontram-se na tabela 15.

Tabela 15. Teor de lignina, em % na MS, no material original e nas silagens de bagaço de cana produzidas com e sem aditivos

Material Original					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	11,42 a B	7,75 a A	7,68 a A	10,58 a B	9,36 a
0,5% uréia	11,60 a A	10,70 b A	13,57 d B	11,02 a A	11,72 c
1,0% uréia	11,13 a B	11,40 b B	9,46 b A	10,88 a B	10,72 b
1,5% uréia	12,23 a A	11,16 b A	11,72 c A	10,97 a A	11,52 c
Média	11,59 B	10,25 A	10,61 A	10,86 A	10,83
Silagem					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	13,36 a A	16,16 b A	14,10 b A	14,89 c A	14,63 b
0,5% uréia	15,47 a B	13,22 a A	13,52 b A	12,03 b A	13,56 b
1,0% uréia	13,62 a A	11,99 a A	11,63 a A	12,45 b A	12,42 a
1,5% uréia	14,59 a B	11,39 a A	10,14 a A	9,90 a A	11,50 a
Média	14,26 B	13,19 A	12,35 A	12,32 A	13,03

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Analisando os dados apresentados na tabela 15, referentes ao material original, nota-se que na ausência de uréia os teores de lignina obtidos em combinação com 0 e 6% de melaço foram semelhantes entre si e superiores aos obtidos com 2 e 4% de melaço, que apresentaram os teores mais baixos, dentre todas as combinações avaliadas, com 7,75 e 7,68% de lignina na MS, respectivamente. Como a lignina é o fator primário que pode limitar o potencial de digestão dos carboidratos fibrosos onde está quimicamente ligada (Van Soest, 1994), devem-se buscar teores mais baixos de lignina. Esperava-se que o aumento crescente nas doses de melaço promovesse redução linear no teor de lignina, por um efeito de diluição, uma vez que o teor de lignina no melaço é de 0%. Como não houve diferença significativa entre as doses 2 e 4% de melaço, recomenda-se que, na ausência de uréia, a dose 2% de melaço seja a utilizada com o intuito de se obterem teores mais reduzidos de lignina.

Utilizando a uréia na dose 0,5% em combinação com o melaço nas doses 0, 2 e 6% obtêm-se teores semelhantes de lignina, havendo diferença apenas com o emprego de 4% de melaço, que proporcionou o maior teor de lignina dentre todas as combinações uréia e melaço avaliadas (13,57%). Sendo assim, para 0,5% de uréia não se recomenda o uso do melaço (11,60%) no bagaço de cana.

Com a utilização de 1% de uréia não houve diferença significativa entre as doses 0, 2 e 6% de melaço no teor de lignina no bagaço, as quais proporcionaram teores de lignina superiores ao obtido com a combinação de 1% de uréia com 4% de melaço (9,46%).

Não houve efeito da dose de melaço quando a uréia foi utilizada na dose 1,5%, não justificando, portanto, a associação de melaço com esta dose de uréia.

Não houve efeito da dose de uréia quando o melaço foi utilizado nas doses 0 e 6%. O bagaço adicionado de 2 e 4% de melaço apresentou melhor combinação com 0% de uréia, proporcionando teores mais baixos de lignina no

bagaço. Sendo assim, quando forem adicionados 2% de melaço ao bagaço, não se deve usar uréia.

O teor de lignina aumentou em quase todas as silagens em relação ao material original, com exceção das silagens produzidas com a combinação da dose de 1,5% de uréia com as dosagens 4 e 6% de melaço, as quais promoveram, respectivamente, redução de 13,48 e 9,75% no teor de lignina na MS. O teor de lignina nas silagens produzidas com a 1,5% de uréia e 4% de melaço foi de 10,14% e de 9,90% nas silagens produzidas com 1,5% de uréia e 6% de melaço. A combinação 0,5% de uréia e 4% de melaço promoveu decréscimo de 0,37% na concentração de lignina na silagem.

Nascimento et al. (1999) trataram o bagaço de cana com uréia líquida a 5% e o conservaram em silos durante 10, 20 e 30 dias. A hidrólise com uréia não contribuiu para reduzir os teores de lignina e, ao contrário do desejado, a dose de lignina no bagaço de cana aumentou aos 10 e 30 dias de incubação.

Analisando os dados apresentados na tabela 15, nota-se que não houve efeito significativo das doses de melaço no teor de lignina nas silagens produzidas na ausência de uréia ou com a inclusão de 1,0% de uréia. Portanto, na produção de silagens com 0 ou 1,0% de uréia o uso de melaço não melhora a qualidade das silagens, considerando os teores de lignina.

As silagens produzidas com 0,5 ou 1,5% de uréia sem melaço apresentaram teores de lignina superiores aos obtidos com a combinação dessas doses de uréia com 2, 4 ou 6% de melaço, que apresentaram teores semelhantes entre si. Sendo assim, para a produção de silagens com 0,5 ou 1,5 de uréia, a melhor dose de melaço é a 2%. Comparando as silagens confeccionadas com 2% de melaço, observa-se que não houve diferença significativa entre os teores de lignina obtidos com a inclusão de uréia nas doses 0,5, 1,0 e 1,5%. Pode-se, então, afirmar que a dose 0,5% de uréia é a mais indicada para ser combinada

com a dose 2% de melaço para a produção de silagens de bagaço com teores mais reduzidos de lignina (13,22%).

Os teores de lignina nas silagens produzidas com 4% de melaço foram influenciados pela dose de uréia utilizada. As doses 0 e 0,5% de uréia exerceram efeitos semelhantes, proporcionando silagens com teores de lignina superiores aos obtidos com o uso de 1 e 1,5% de uréia em combinação com 4% de melaço. Como os resultados obtidos com a combinação 4% de melaço com 1 ou 1,5% de uréia foram semelhantes, deve-se preferir a dose mais baixa por ser mais econômica. Desse modo, a combinação ideal seria 4% de melaço com 1,0% de uréia. Porém, não houve efeito do melaço no teor de lignina nas silagens produzidas com 1,0% de uréia, o que significa que a adição de melaço não contribuiu para diminuir o teor de lignina nas silagens produzidas com esse nível de uréia. Sendo assim, não se recomenda o uso de melaço quando se utilizar 1,0% de uréia (13,62%).

O teor de lignina nas silagens produzidas com 6% de melaço foi influenciado pela dose de uréia utilizada. A adição de 6% de melaço sem adição de uréia proporcionou teores mais elevados de lignina (14,89%). Os teores de lignina obtidos nas silagens produzidas com as combinações de 6% de melaço com 0,5 e 1,0% de uréia foram semelhantes entre si e superiores aos obtidos em combinação com 1,5% de uréia (9,90%). A combinação 6% de melaço com 1,5% de uréia seria a indicada se houvesse diferença significativa no teor de lignina proporcionado pelo uso das doses 2, 4 e 6% de melaço em combinação com 1,5% de uréia. Portanto, a combinação 1,5% de uréia com 2% de melaço (11,39%) é mais vantajosa por proporcionar resultados semelhantes e ser mais econômica.

Os teores de lignina no material original variaram de 7,68 a 13,57%, o que representa uma variação de 5,89 unidades percentuais. Os teores de lignina

nas silagens variaram de 9,90 a 16,16%, representando uma diferença de 6,26 unidades percentuais.

Capacidade tampão e pH

Houve efeito da interação uréia e melaço ($P < 0,05$) na capacidade tampão no bagaço e no pH nas silagens com diferentes doses de uréia e melaço. Os valores da capacidade tampão obtidos com o material original e o pH nas silagens encontram-se na tabela 16.

Tabela 16. Capacidade Tampão (CT) no material original e pH nas silagens de bagaço de cana com e sem aditivos

Material Original (CT - eq.mg HCl/100g MS)					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	1,28 a A	1,76 a B	2,42 a C	3,05 b D	2,13 b
0,5% uréia	0,85 a A	2,52 b B	2,67 a B	3,04 b C	2,27 b
1,0% uréia	0,95 a A	1,73 a B	2,47 a C	2,41 a C	1,89 a
1,5% uréia	1,02 a A	1,55 a B	3,18 b C	2,98 b C	2,18 b
Média	1,02 A	1,89 B	2,68 C	2,87 C	2,12
Silagem (pH)					
Uréia\Melaço	0,0% Melaço	2,0%Melaço	4,0%Melaço	6,0%Melaço	Média
0,0% uréia	3,65 a A	3,86 b B	3,94 b C	3,98 b C	3,86 c
0,5% uréia	3,83 b B	3,68 a A	3,79 a B	3,80 a B	3,78 a
1,0% uréia	3,94 c B	3,74 a A	3,78 a A	3,83 a A	3,82 b
1,5% uréia	4,08 d C	3,79 b A	3,81 a A	3,89 a B	3,89 c
Média	3,88 C	3,77 A	3,83 B	3,88 a C	3,84

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$)

Não houve efeito da dose de uréia na capacidade tampão do bagaço quando o melaço não foi utilizado. Embora diversos autores enfatizem o efeito tamponante da uréia, o mesmo não foi verificado neste trabalho, uma vez que os menores valores para capacidade tampão foram obtidos com a uréia, na ausência

do melaço, não havendo diferença significativa nos valores obtidos com as diferentes doses de uréia. A uréia tende a aumentar a alcalinidade em silagens de capim, que são pobres em carboidratos solúveis. O bagaço apresentou um teor de 16% de açúcares, e isto explica porque não houve efeito da uréia.

O melaço, em todas as combinações com uréia, promoveu elevação na capacidade tampão do bagaço. No bagaço em que não foi feita a adição de uréia, o melaço promoveu efeito significativo na capacidade tamponante, a qual foi aumentada à medida que se aumentaram as doses de melaço. O bagaço puro, sem uréia e sem melaço, apresentou a mais baixa capacidade tampão (1,28 eq.mg HCl/100g MS), e a combinação 0% de uréia e 6% de melaço proporcionou a mais elevada (3,05 eq.mg HCl/100g MS). Pode-se observar que quando a uréia foi utilizada na dose 0,5%, a mais baixa capacidade tampão foi obtida com 0% de melaço (0,85 eq.mg HCl/100g MS), e a mais elevada, com 6% (3,05 eq.mg HCl/100g MS), não havendo diferença entre os bagaços adicionados de 0,5% de uréia em combinação com as doses 2 e 4% de melaço, que apresentaram valores intermediários. Os valores da capacidade tampão no bagaço com 1,0 e 1,5% de uréia também foram influenciados pela dose de melaço utilizada, sendo os menores valores obtidos com 0% de melaço (0,95 e 1,02 eq.mg HCl/100g MS, respectivamente), seguidos pelo valor da combinação com 2% de melaço, e com valores mais elevados e semelhantes entre si obtidos com a utilização do melaço nas doses 4 (2,47 e 2,41 eq.mg HCl/100g MS, respectivamente) e 6% (3,18 e 2,98 eq.mg HCl/100g MS, respectivamente).

Todos os valores registrados para capacidade tampão no bagaço de cana foram baixos. Com base nesses valores, pode-se afirmar que nenhuma das combinações de uréia e melaço avaliadas representa empecilho para o abaixamento rápido do pH nas silagens.

A baixa resistência das misturas de bagaço à queda no pH pode ser confirmada pelos valores de pH nas silagens, que foram baixos, situando-se

entre 3,65 e 4,08. Portanto, todas as silagens apresentaram valores de pH inferiores a 4,2, estipulado por Silveira (1975) como limite para silagens bem fermentadas, sendo indício de que prevaleceu a fermentação láctica.

Quando foi utilizada a dose 0% de uréia, observou-se aumento de até 4% no pH com o aumento da dose de melaço, sendo o pH mais baixo (3,65) obtido com 0% de melaço. O melaço promoveu aumento no pH das silagens a partir da dose 2% de inclusão, o que contraria Veiga (1974), que afirma que o melaço freqüentemente aumenta a acidez da silagem. Entretanto, não houve diferença significativa no pH médio das silagens com 0% de uréia em combinação com 4 ou 6% de melaço, com valores respectivos de 3,94 e 3,98.

Com o uso de 0,5% de uréia, só houve diferença no pH na silagem feita na associação com 2,0% de melaço, que apresentou o valor mais baixo (3,68). Aumentando a dose de uréia para 1,0%, só ocorreu diferença no pH na silagem sem melaço, que apresentou o valor mais alto (3,94). O mesmo comportamento foi observado quando se usou 1,5% de uréia, com o pH mais alto obtido na ausência de melaço (4,08). Entretanto, para essa dose de uréia os valores mais baixos de pH foram registrados na associação com 2 e 4% de melaço, com 3,79 e 3,81, respectivamente.

Embora não tenha havido efeito da dose de uréia na capacidade tampão do bagaço quando o melaço não foi utilizado, nas silagens sem melaço o pH aumentou à medida que aumentou a dose de uréia.

Quando as silagens foram feitas com 2% de melaço, não houve diferença significativa no pH nas silagens com 0 ou 1,5% de uréia, que foi superior aos proporcionados pelas doses 0,5 e 1,0% de uréia (3,68 e 3,74, respectivamente). Nas silagens confeccionadas com 4 ou 6% de melaço, observou-se maior valor de pH nas silagens sem uréia, não havendo diferença nos valores obtidos nas combinações com as doses 0,5; 1,0 ou 1,5% de uréia.

CONCLUSÕES

A adição de 1% de uréia ao bagaço proporcionou silagens com teor de proteína bruta acima de 7% da MS e promoveu redução nos teores de FDN, FDA, hemicelulose e lignina, podendo ser indicada para a confecção de silagens em associação com o melaço.

O melaço na dose 4% proporcionou silagens com teores reduzidos de FDN, hemicelulose e lignina.

A associação das doses 1% de uréia e 4% de melaço contribuiu para melhor a qualidade silagens de bagaço de cana proveniente de alambique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B. de; FERRARI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; OTSUK, I. P.; ZIMBACK, L.; LANDEL, M. G. de A. L. Produção e composição de cultivares de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002a. 1CD- ROM.

ANDRADE, L. A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 19-50.

ANDRADE, L. A. de B.; ANJOS, I. A. dos; FIGUEIREDO, P. A. M. de; QUINTELA, A. C. R. Utilização de variedades de cana-de-açúcar na produção da cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 33-36, 2002.

ARAÚJO, W. de A. Utilização de resíduos da agroindústria na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DOS RUMINANTES, 1., 1986, Fortaleza. p. 29-39.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC.
Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.
Washington: USDA, 1975. 1015 p.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO “A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS”; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 890-911.

BARCELOS, A. F.; REZENDE, A. V. Aproveitamento dos resíduos de destilaria de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 74-77, 2002.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; VASCONCELOS, V. R.; SAMPAIO, E. M.; MENDES NETO, J. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 928-935, set./out. 1999.

CARVALHO, G. G. P. de; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; MAGALHÃES, A. F.; FREIRE, M. A. L.; SILVA, F. F. da; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. A. de. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 125-132, jan. 2006.

CARVALHO, M. C.; FERREIRA, M. de A.; CAVALCANTI, C. V. de A.; LIMA, L. E. de; SILVA, F. M. da; MIRANDA, K. F.; VÉRAS, A. S. C.; AZEVEDO, M. de; VIEIRA, V. da C. F. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e uréia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça holandesa. **Acta Scientiarum, Animal Science** Maringá, v. 27, n. 2, p. 247-252, Apr./June 2005.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 477-512.

FARIA, V. P. de. Uréia na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., 1986, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1988. p. 171-197.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FREITAS, J. A. G. de; GUIM, A.; FREITAS, E. M. Q. de; QUEIROZ FILHO, J. L. de. Efeito da amonização sobre a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* do bagaço de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1CD-ROM.

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

HERRADA, M. A. B.; MENDEZ, P. S.; ARRIETA, G. D.; DELGADO, J. N. Conservação de resíduos da colheita. In: **Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros, energia.** Brasília: IBIPTI, 1999. p. 409-414.

JUNG, H. G.; VOGEL, K. P. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 2, p. 1703-1712, June 1986.

LIMA, G. F. da C.; MACIEL, F. C. Fenação e ensilagem: estratégias de armazenamento de forragens no nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: SNPA, 1996. p. 3-23.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R. A. V. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia e farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1CD-ROM.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage.** 2. ed. New York: Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MELLO JÚNIOR, C. do A. **Efeitos do tratamento com pressão e vapor sobre a composição e a cinética da fermentação “in vitro” do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*).** 1987. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MOSER, L. E. Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing. In: FAHEY JUNIOR, G. C. (Ed.). **Crop quality, storage and utilization**. Madison: ASA/CSSA, 1980. p. 227-260.

NASCIMENTO, H. T. S. do; NASCIMENTO, M. do S. C. B.; RIBEIRO, V. Q. Tratamento de resíduos da agroindústria com uréia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. 1CD-ROM.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. de F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagens de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-99.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 1-33.

PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 235-254.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 17, n. 6, p. 262-268, June 1966.

RODRIGUES, A. A.; ESTEVES, S. N. **Cana-de-açúcar e uréia para alimentação de bovinos na época da seca**. São Carlos: Embrapa-UEPAE, 1992, 30 p. (Circular Técnica, 6).

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação de alimentos. XVIII. Composição, digestibilidade e balanço de nitrogênio da silagem de bagaço de moenda e composição, digestibilidade da fração fibrosa da silagem de bagaço de difusor de destilaria de álcool de cana-de-açúcar, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1988. p. 139.

RODRIGUES FILHO, A.; OLIVEIRA, S. G. de. Produção de cachaça integrada com outras atividades rurais: uma alternativa para preservar o meio ambiente e aumentar a renda da propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 67-73, 2002.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 828-868.

SALIBA, E. O. S.; SANTANA, A. A. C.; MARTINS, R. G. R.; GRAÇA, D. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; BORGES, A. L. da C. C. Digestibilidade aparente e consumo da matéria seca, proteína bruta e energia do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratado com níveis crescentes de amônia anidra, fornecido a ovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1CD-ROM – NR 151.

SANTANA, J.; SOUZA, S. O. Subprodutos da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 22-27, nov. 1984.

SANTANA, A. A. C.; GRAÇA, D. S.; SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M. Efeito do tempo pós amonização sobre parâmetros bromatológicos do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) oriundo de destilaria de aguardente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 438-440.

SANTOS, F. A. P. O bagaço de cana de açúcar tratado sob pressão de vapor como alternativa para a alimentação de bovinos na entressafra das pastagens. In: PEIXOTO, A. M. (Coord.). **Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 1-19.

SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C.; COUTO FILHO C.C. de C.; SOUZA, R. M. de. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1184-1189, nov./dez. 2006

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; NASCIMENTO, A. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1203-1208, nov./dez. 1999.

SILVA, J. F. da. Restos culturais e industriais na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n,78, p. 40-46, jun. 1981.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba. ESALQ, 1975. p. 156-180.

SOUZA GESUALDI, A. C. L. de; SILVA, J. F. C. da; VASQUEZ, H. M.; ERBESDOBLER, E. D'A. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 508-517, mar./abr. 2001.

TEIXEIRA, J. C. Processamento do bagaço de cana através da auto hidrolisado. In: UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES SIMPÓSIO, 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA/UEPAE, 1992. p. 137-148.

TOSI, H.; RODRIGUES, L. R. A.; JOBIM, C. C.; OLIVEIRA, M. D. S.; SAMPAIO, A. A. M; ROSA, B. Ensilagem do capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 909-916, nov./dez. 1995.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

VEIGA, J. B. da. **Efeitos da adição de melaço, piro-sulfito de sódio, uréia e cama de galinheiro na silagem de capim-elefante "Napier" (*Pennisetum purpureum*, Schum)**. 1974. 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILELA, D. **Aditivos na ensilagem**. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1984. 32 p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 21).

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância (QM) nos teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas do bagaço de cana-de-açúcar submetido a diferentes formas de processamento e conservação.....	183
TABELA 2A	Resumo da análise da variância (QM) nos teores de FDN, FDA, celulose (celul.), hemicelulose (hemicel.) e lignina no bagaço de cana-de-açúcar submetido a diferentes formas de processamento e conservação.....	183
ANEXO B		Página
TABELA 1B	Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas no material original do bagaço de cana-de-açúcar.....	184
TABELA 2B	Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar.....	184
TABELA 3B	Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina no material original do bagaço de cana-de-açúcar.....	185
TABELA 4B	Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar.....	185
TABELA 5B	Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para capacidade tampão no material original e pH nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar.....	186

ANEXO C		Página
TABELA 1C	Análise da variância do teor de matéria seca no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	187
TABELA 2C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de matéria seca nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	187
TABELA 3C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de matéria seca nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	188
TABELA 4C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de proteína bruta no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	188
TABELA 5C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de proteína bruta no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	189
TABELA 6C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de proteína bruta nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	189
TABELA 7C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de proteína bruta nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	190
TABELA 8C	Resumo da análise da variância do teor de cinzas no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	190
TABELA 9C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de cinzas nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	191
TABELA 10C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de cinzas nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	191
TABELA 11C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de FDN no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	192
TABELA 12C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de FDN no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	192

TABELA 13C	Análise de variância do teor de FDN nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	193
TABELA 14C	Análise da variância do teor de FDA no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	193
TABELA 15C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de FDA nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	194
TABELA 16C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de FDA nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	194
TABELA 17C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de celulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos....	195
TABELA 18C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de celulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos....	195
TABELA 19C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de celulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	196
TABELA 20C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de celulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	196
TABELA 21C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de hemicelulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	197
TABELA 22C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de hemicelulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	197
TABELA 23C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	198
TABELA 24C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	198
TABELA 25C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de lignina no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos....	199
TABELA 26C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de lignina no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	199

TABELA 27C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de lignina nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	200
TABELA 28C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de lignina nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	200
TABELA 29C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço na capacidade tampão no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	201
TABELA 30C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia na capacidade tampão no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	201
TABELA 31C	Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no pH nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	202
TABELA 32C	Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no pH nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com e sem aditivos.....	202

ANEXO A

TABELA 1A Resumo da análise de variância (QM) nos teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas do bagaço de cana-de-açúcar submetido a diferentes formas de processamento e conservação

FV	GL	MS (%)	PB (%)	Cinzas (%)
Tratamento	6	2109,984**	0,3011**	0,2766**
Erro	14	10,406	0,0084	0,0246
CV(%)		4,29	4,30	11,75
Média geral		75,15	2,13	1,34

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott

TABELA 2A Resumo da análise da variância (QM) nos teores de FDN, FDA, celulose (celul.), hemicelulose (hemicel.) e lignina no bagaço de cana-de-açúcar submetido a diferentes formas de processamento e conservação

FV	GL	FDN (%)	FDA (%)	Celul. (%)	Hemicel.(%)	Lignina (%)
Tratamento	6	99,6381**	28,6939**	24,6212*	34,9615**	5,1833 ^{ns}
Erro	14	4,7685	2,2729	5,5681	4,0799	1,8228
CV(%)		2,65	2,98	5,93	6,39	13,53
Média geral		82,54	50,59	39,82	31,61	9,98

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott

ns: não significativo pelo teste de Scott knott

ANEXO B

TABELA 1B Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas no material original do bagaço de cana-de-açúcar

FV	GL	MS	PB	Cinzas
ADITIVO	4	53,3470**	28,0326**	2,4480**
DOSE/URÉIA	3	5,6693**	37,9786**	0,0103 ^{ns}
DOSE/MELAÇO	3	77,4369**	0,2609**	2,8389**
DOSE/VARREDURA	3	77,7215**	2,6567**	0,3010**
DOSE/SORO	3	13,1709**	0,2871**	0,0236 ^{ns}
DOSE/PONTA	3	30,4603**	1,3284**	0,1423**
RESÍDUO	40	1,1018	0,0468	0,0187
CV (%)		2,21	6,31	11,17
Média geral		47,42	3,43	1,23

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott
ns: não significativo pelo teste de Scott Knott

TABELA 2B Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de matéria seca, proteína bruta e cinzas nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar

FV	GL	MS	PB	Cinzas
ADITIVO	4	82,4915**	37,0515**	4,3585**
DOSE/URÉIA	3	2,6393 ^{ns}	51,3069**	0,0058 ^{ns}
DOSE/MELAÇO	3	35,7639**	0,4524**	3,8811**
DOSE/VARREDURA	3	48,1750**	2,5867**	1,3479**
DOSE/SORO	3	178,5203**	0,6665**	0,1430*
DOSE/PONTA	3	45,5537**	1,3262**	0,3091**
RESÍDUO	40	1,4235	0,0436	0,0411
CV (%)		2,82	6,00	11,65
Média geral		42,38	3,48	1,48

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott
ns: não significativo pelo teste de Scott Knott

TABELA 3B Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de FDN, FDA, celulose (celul.), hemicelulose (hemic.) e lignina (lign.) no material original do bagaço de cana-de-açúcar

FV	GL	FDN	FDA	Celul.	Hemic.	Lign.
Aditivo	4	136,4278**	78,4136**	20,7257**	45,8655**	28,5528**
Dose/uréia	3	37,6155**	1,0171 ^{ns}	3,1683 ^{ns}	32,3707**	0,6490 ^{ns}
Dose/melaço	3	88,1170**	36,8622**	21,1183**	13,1678**	9,8360**
Dose/varredura	3	114,0703**	67,9201**	19,6025**	6,2677 ^{ns}	2,7652*
Dose/soro	3	2,5960 ^{ns}	3,1513 ^{ns}	4,6952 ^{ns}	9,0258*	1,5528 ^{ns}
Dose/ponta	3	3,2837 ^{ns}	2,7465 ^{ns}	5,5333 ^{ns}	0,7432 ^{ns}	0,6346 ^{ns}
Resíduo	40	2,2268	3,2997	3,4950	2,9030	0,8979
CV (%)		1,97	3,74	5,08	6,30	8,20
Média geral		75,65	48,59	36,84	27,05	11,55

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott
ns: não significativo pelo teste de Scott Knott

TABELA 4B Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para os teores de FDN, FDA, celulose (celul.), hemicelulose (hemic.) e lignina (lign.) nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar

FV	GL	FDN	FDA	Celul.	Hemic.	Lign.
Aditivo	4	171,4513**	145,0903**	77,1872**	31,9413**	53,5993**
Dose/uréia	3	29,0380**	3,1800 ^{ns}	1,0229 ^{ns}	30,4970**	1,8269 ^{ns}
Dose/melaço	3	21,8017*	9,2109 ^{ns}	5,2816 ^{ns}	5,9339 ^{ns}	3,4074 ^{ns}
Dose/varredura	3	51,1584**	38,0309**	33,4633**	16,1445 ^{ns}	5,3567 ^{ns}
Dose/soro	3	5,7437 ^{ns}	3,4559 ^{ns}	27,7781**	1,1426 ^{ns}	8,2804*
Dose/ponta	3	64,5202**	40,6301**	6,3433 ^{ns}	5,2283 ^{ns}	38,6643**
Resíduo	40	5,1345	3,4716	3,5071	6,1950	2,1888
CV (%)		3,24	4,04	5,65	10,41	11,58
Média geral		70,03	46,13	33,13	23,90	12,77

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott
ns: não significativo pelo teste de Scott Knott

TABELA 5B Resumo da análise de variância do desdobramento de dose dentro de cada aditivo para capacidade tampão no material original e pH nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar

FV	GL	CT	pH
ADITIVO	4	6,2688**	0,2039**
DOSE/URÉIA	3	0,0980*	0,0977**
DOSE/MELAÇO	3	1,7707**	0,0657**
DOSE/VARREDURA	3	3,7824**	0,0028 ^{ns}
DOSE/SORO	3	1,4828**	0,0081**
DOSE/PONTA	3	3,3591**	0,0067**
RESÍDUO	40	0,0295	0,0014
CV (%)		7,79	1,00
Média geral		2,21	3,73

* e **: significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste de Scott Knott
ns: não significativo pelo teste de Scott Knott

ANEXO C

TABELA 1C Análise da variância do teor de matéria seca no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	25,3897	8,4632	4,7170	0,0077
MELAÇO	3	838,2743	279,4248	155,7330	0,0000
URÉIA*MELAÇO	9	6,8554	0,7617	0,4250	0,9121
ERRO	32	57,4160	1,7943		
TOTAL	47	927,9353			

Média geral = 44,40

CV (%) = 3,02

TABELA 2C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de proteína bruta no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	4,9297	1,6432	9,5120	0,0001
URÉIA / 0% MELAÇO	3	113,9358	37,9786	219,8420	0,0000
URÉIA / 2% MELAÇO	3	114,8973	38,2991	221,6970	0,0000
URÉIA / 4% MELAÇO	3	104,4738	34,8246	201,5850	0,0000
URÉIA / 6% MELAÇO	3	90,1159	30,0386	173,8810	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(428,3525)			
RESÍDUO	32	5,5281	0,17275		
TOTAL	47	433,8807			

TABELA 3C Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de proteína bruta no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	419,8090	139,9364	810,0320	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	0,7827	0,2609	1,5100	0,2291
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	0,9260	0,3087	1,7870	0,1681
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	5,5615	1,8538	10,7310	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	1,2733	0,4244	2,4570	0,0800
TRATAMENTOS	(15)	(428,3525)			
RESÍDUO	32	5,5281	0,1728		
TOTAL	47	433,8807			

Média geral = 6,45

CV (%) = 6,44

TABELA 4C Resumo da análise da variância do teor de cinzas no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	2,8814	0,9605	22,0320	0,0000
MELAÇO	3	42,5824	14,1941	325,6000	0,0000
URÉIA*MELAÇO	9	0,7536	0,0837	1,9210	0,0846
ERRO	32	1,3950	0,0436		
TOTAL	47	47,6124			

Média geral = 2,26

CV (%) = 9,25

TABELA 5C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de FDN no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	1089,0845	363,0282	149,8500	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	112,8478	37,6159	15,5270	0,0288
URÉIA / 2% MELAÇO	3	24,7508	8,2503	3,4060	0,0000
URÉIA / 4% MELAÇO	3	134,1496	44,7165	18,4580	0,0000
URÉIA / 6% MELAÇO	3	153,5214	51,1738	21,1240	
TRATAMENTOS	(15)	(1514,3541)			
RESÍDUO	32	77,5215	2,4225		
TOTAL	47	1591,8756			

TABELA 6C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia no teor de FDN no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	211,3990	70,4663	29,0880	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	300,3099	100,1033	41,3220	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	128,2977	42,7659	17,6530	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	324,5361	108,1787	44,6550	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	549,8113	183,2704	75,6520	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(1514,3541)			
RESÍDUO	32	77,5215	2,4226		
TOTAL	47	1591,8756			

Média geral = 69,34

CV (%) = 2,24

TABELA 7C Resumo da análise da variância do teor de FDA no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	28,3831	9,4610	3,1910	0,0367
MELAÇO	3	381,6612	127,2204	42,9130	0,0000
URÉIA*MELAÇO	9	27,3539	3,0393	1,0250	0,4417
ERRO	32	94,8682	2,9646		
TOTAL	47	532,2665			

Média geral = 44,31

CV (%) = 3,89

TABELA 8C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de celulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	293,6048	97,8683	94,5600	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	13,0146	4,3382	4,1920	0,0128
URÉIA / 2% MELAÇO	3	41,8515	13,9505	13,4790	0,0000
URÉIA / 4% MELAÇO	3	24,7594	8,2531	7,9740	0,0004
URÉIA / 6% MELAÇO	3	5,4890	1,8297	1,7680	0,1717
TRATAMENTOS	(15)	(378,7194)			
RESÍDUO	32	33,1194	1,0350		
TOTAL	47	411,8388			

TABELA 9C Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de celulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	41,8143	13,9381	13,4670	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	43,1032	14,3677	13,8820	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	123,8235	41,2745	39,8800	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	85,3474	28,4491	27,4880	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	84,6310	28,2103	27,2570	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(378,7194)			
RESÍDUO	32	33,1194	1,0350		
TOTAL	47	411,8388			

Média geral = 33,61

CV (%) = 3,03

TABELA 10C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de hemicelulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	284,2969	94,7656	31,6870	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	97,2186	32,4062	10,8360	0,0000
URÉIA / 2% MELAÇO	3	38,8044	12,9348	4,3250	0,0112
URÉIA / 4% MELAÇO	3	59,3725	19,7908	6,6170	0,0013
URÉIA / 6% MELAÇO	3	90,6002	30,2001	10,0980	0,0001
TRATAMENTOS	(15)	(570,2925)			
RESÍDUO	32	95,7018	2,9907		
TOTAL	47	665,9943			

TABELA 11C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia no teor de hemicelulose no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	90,6694	30,2231	10,1060	0,0001
MELAÇO / 0% URÉIA	3	92,4416	30,8139	10,3030	0,1838
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	15,3174	5,1058	1,7070	0,0002
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	76,7800	25,5933	8,5580	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	295,0841	98,3614	32,8890	
TRATAMENTOS	(15)	(570,2925)			
RESÍDUO	32	95,7018	2,9907		
TOTAL	47	665,9943			

Média geral = 25,02

CV (%) = 6,95

TABELA 12C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de lignina no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	11,6535	3,8845	6,2800	0,0018
URÉIA / 0% MELAÇO	3	1,9379	0,6460	1,0440	0,3847
URÉIA / 2% MELAÇO	3	25,7027	8,567561	13,8510	0,0000
URÉIA / 4% MELAÇO	3	59,7514	19,9171	32,1990	0,0000
URÉIA / 6% MELAÇO	3	0,3551	0,1184	0,1910	0,9012
TRATAMENTOS	(15)	(99,4006)			
RESÍDUO	32	19,7943	0,6186		
TOTAL	47	119,1949			

TABELA 13C Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de lignina no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	41,3924	13,7975	22,3050	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	33,4396	11,1465	18,0200	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	14,9126	4,9709	8,0360	0,0004
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	6,7357	2,2452	3,6300	0,0228
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	2,9203	0,9734	1,5740	0,2134
TRATAMENTOS	(15)	(99,4006)			
RESÍDUO	32	19,7943	0,6186		
TOTAL	47	119,1950			

Média geral = 10,83

CV (%) = 7,26

TABELA 14C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço na capacidade tampão no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	25,7028	8,5676	144,092	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	0,3010	0,1003	1,6870	0,1879
URÉIA / 2% MELAÇO	3	1,6770	0,5590	9,4010	0,0001
URÉIA / 4% MELAÇO	3	1,0773	0,3591	6,0390	0,0022
URÉIA / 6% MELAÇO	3	0,8550	0,2850	4,7930	0,0071
TRATAMENTOS	(15)	(29,6131)			
RESÍDUO	32	1,9027	0,0595		
TOTAL	47	31,5158			

TABELA 15C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia na capacidade tampão no material original do bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	0,948948	0,3163	5,3200	0,0043
MELAÇO / 0% URÉIA	3	5,424534	1,8081	30,4100	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	8,5415	2,8472	47,8840	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	4,5485	1,5162	25,4990	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	10,1496	3,3832	56,8990	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(29,6131)			
RESÍDUO	32	1,9027	0,0595		
TOTAL	47	31,5158			

Média geral = 2,12

CV (%) = 11,52

TABELA 16C Análise de variância do desdobramento de UREIA dentro de cada nível de MELAÇO no teor de matéria seca nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	359,6080	119,8693	186,1230	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	8,2723	2,7574	4,2820	0,0117
URÉIA / 2% MELAÇO	3	14,1895	4,7298	7,3440	0,0007
URÉIA / 4% MELAÇO	3	13,3681	4,4560	6,9190	0,0010
URÉIA / 6% MELAÇO	3	1,1351658	0,3784	1317,3360	0,6264
TRATAMENTOS	(15)	(396,5731)			
RESÍDUO	32	20,6091	0,6440		
TOTAL	47	417,1822			

TABELA 17C Análise de variância do desdobramento de MELAÇO dentro de cada nível de UREIA no teor de matéria seca nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	21,1771	7,0590	10,9610	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	86,0293	28,6764	44,5260	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	90,3831	30,1277	46,7800	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	84,32785	28,1093	43,6460	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	114,6558	38,2186	59,3430	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(396,5731)			
RESÍDUO	32	20,6091	0,6440		
TOTAL	47	417,1822			

Média geral = 41,90

CV (%) = 1,92

TABELA 18C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de proteína bruta nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	1,2593	0,4198	8,6010	0,0002
URÉIA / 0% MELAÇO	3	153,9204	51,3068	1051,2340	0,0000
URÉIA / 2% MELAÇO	3	136,6383	45,5461	933,2030	0,0000
URÉIA / 4% MELAÇO	3	145,6272	48,5424	994,5940	0,0000
URÉIA / 6% MELAÇO	3	111,9986	37,3329	764,9200	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(549,4439)			
RESÍDUO	32	1,5618	0,0488		
TOTAL	47	551,0057			

TABELA 19C Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de proteína bruta nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	544,0530	181,3510	3715,73	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	1,3640	0,4547	9,3160	0,0001
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	1,5726	0,5242	10,7410	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	0,4764	0,1588	3,2540	0,0338
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	1,9779	0,6593	13,5080	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(549,4439)			
RESÍDUO	32	1,5618	0,0488		
TOTAL	47	551,0057			

Média geral = 6,66

CV (%) = 3,32

TABELA 20C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no teor de cinzas nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	45,1638	15,0546	1601,1980	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	0,0174	0,0058	0,6180	0,6071
URÉIA / 2% MELAÇO	3	0,0259	0,0086	0,9190	0,4409
URÉIA / 4% MELAÇO	3	0,2203	0,0734	7,8120	0,0005
URÉIA / 6% MELAÇO	3	0,0711	0,0237	2,5210	0,0746
TRATAMENTOS	(15)	(45,4986)			
RESÍDUO	32	0,3009	0,0094		
TOTAL	47	45,7995			

TABELA 21C Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no teor de cinzas nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	0,1381	0,0460	4,8950	0,0065
MELAÇO / 0% URÉIA	3	11,7260	3,9086	415,7220	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	10,5030	3,50100	372,3640	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	11,6246	3,8748	412,1270	0,0000
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	11,5070	3,835667	407,9590	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(45,4986)			
RESÍDUO	32	0,3009	0,0094		
TOTAL	47	45,7995			

Média geral = 2,35

CV (%) = 4,12

TABELA 22C Análise de variância do teor de FDN nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	148,8824	49,6275	11,2200	0,0000
MELAÇO	3	833,9677	277,9893	62,8470	0,0000
URÉIA*MELAÇO	9	33,8036	3,7559	0,8490	0,5780
ERRO	32	141,5437	4,4232		
TOTAL	47	1158,1974			

Média geral = 69,94

CV (%) = 3,01

TABELA 23C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de FDA nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	224,3266	74,7755	24,7660	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	9,5112	3,1704	1,0500	0,3822
URÉIA / 2% MELAÇO	3	77,9680	25,9893	8,6080	0,0002
URÉIA / 4% MELAÇO	3	68,6088	22,8696	7,5740	0,0006
URÉIA / 6% MELAÇO	3	44,5155	14,8385	4,9150	0,0063
TRATAMENTOS	(15)	(424,9302)			
RESÍDUO	32	96,6177	3,0193		
TOTAL	47	521,5478			

TABELA 24C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia no teor de FDA nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	113,1942	37,7314	12,4970	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	86,9936	28,9978	9,6040	0,0001
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	38,0338	12,6779	4,1990	0,0127
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	49,3260	16,4420	5,4460	0,0038
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	137,3826	45,7942	15,1670	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(424,9302)			
RESÍDUO	32	96,6177	3,0193		
TOTAL	47	521,5478			

Média geral = 47,81

CV (%) = 3,63

TABELA 25C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de celulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	142,9157	47,6386	25,7470	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	3,1125	1,0375	0,5610	0,6437
URÉIA / 2% MELAÇO	3	41,347	13,7822	7,4490	0,0006
URÉIA / 4% MELAÇO	3	30,0778	10,0260	5,4190	0,0039
URÉIA / 6% MELAÇO	3	28,0817	9,3606	5,0590	0,0054
TRATAMENTOS	(15)	(245,5345)			
RESÍDUO	32	59,2088	1,8503		
TOTAL	47	304,7433			

TABELA 26C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia no teor de celulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	59,8988	59,8988	10,7910	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	90,1846	30,0615	16,2470	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	27,1305	9,0435	4,8880	0,0064
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	24,9419	8,3139	4,4930	0,0095
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	43,3787	14,4596	7,8150	0,0005
TRATAMENTOS	(15)	(245,5345)			
RESÍDUO	32	59,2088	1,8503		
TOTAL	47	304,7433			

Média geral = 34,78

CV (%) = 3,91

TABELA 27C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	239,3706	79,7902	16,7600	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	91,4630	30,4878	6,4040	0,0016
URÉIA / 2% MELAÇO	3	90,3034	30,1012	6,3230	0,0017
URÉIA / 4% MELAÇO	3	118,4187	39,4729	8,2920	0,0003
URÉIA / 6% MELAÇO	3	88,8413	29,6138	6,2210	0,0018
TRATAMENTOS	(15)	(628,3975)			
RESÍDUO	32	152,3400	4,7606		
TOTAL	47	780,7374			

TABELA 28C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia no teor de hemicelulose nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	242,8918	80,9639	17,0070	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	46,5891	15,5297	3,2620	0,0335
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	185,3526	61,7842	12,9780	0,0000
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	130,9408	43,6470	9,1680	0,0002
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	22,6232	7,5411	1,5840	0,2109
TRATAMENTOS	(15)	(628,3975)			
RESÍDUO	32	152,3400	4,7606		
TOTAL	47	780,7374			

Média geral = 22,25

CV (%) = 9,81

TABELA 29C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melação no teor de lignina nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MELAÇO	3	30,1204	10,0401	5,1480	0,0051
URÉIA / 0% MELAÇO	3	8,4215	2,8072	1,4390	0,2480
URÉIA / 2% MELAÇO	3	40,6548	13,5516	6,9490	0,0010
URÉIA / 4% MELAÇO	3	29,4465	9,8155	5,0330	0,0056
URÉIA / 6% MELAÇO	3	37,6516	12,5505	6,4350	0,0015
TRATAMENTOS	(15)	(146,2948)			
RESÍDUO	32	62,4090	1,9503		
TOTAL	47	208,7039			

TABELA 30C Análise de variância do desdobramento de melação dentro de cada nível de uréia no teor de lignina nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	66,3506	22,1169	11,3400	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	12,9531	4,3177	2,2140	0,1045
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	18,3200	6,1067	3,1310	0,0385
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	6,7063	2,2354	1,1460	0,3437
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	41,9648	13,9883	7,1720	0,0008
TRATAMENTOS	(15)	(146,2948)			
RESÍDUO	32	62,4090	1,9503		
TOTAL	47	208,7039			

Média geral = 13,03

CV (%) = 10,72

TABELA 31C Análise de variância do desdobramento de uréia dentro de cada nível de melaço no pH nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

MELAÇO	3	0,0969	0,0323	14,1880	0,0000
URÉIA / 0% MELAÇO	3	0,2931	0,0977	42,9050	0,0000
URÉIA / 2% MELAÇO	3	0,0529	0,0176	7,739 0	0,0005
URÉIA / 4% MELAÇO	3	0,0501	0,0167	7,3290	0,0007
URÉIA / 6% MELAÇO	3	0,0573	0,0191	8,3930	0,0003
TRATAMENTOS	(15)	(0,5503)			
RESÍDUO	32	0,0729	0,0023		
TOTAL	47	0,6231			

TABELA 32C Análise de variância do desdobramento de melaço dentro de cada nível de uréia no pH nas silagens de bagaço de cana-de-açúcar aditivado com diferentes doses de uréia e melaço

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
URÉIA	3	0,0882	0,0294	12,9120	0,0000
MELAÇO / 0% URÉIA	3	0,1971	0,0657	28,8510	0,0000
MELAÇO/0,5%URÉIA	3	0,0426	0,0142	6,2360	0,0018
MELAÇO/1,0%URÉIA	3	0,0707	0,0236	10,3480	0,0001
MELAÇO/1,5%URÉIA	3	0,1517	0,0506	22,2060	0,0000
TRATAMENTOS	(15)	(0,5503)			
RESÍDUO	32	0,0729	0,0023		
TOTAL	47	0,6231			

Média geral = 3,84

CV (%) = 1,24