

Silagem de cana-de-açúcar

Luiz Gustavo Nussio¹
Patrick Schmidt²
André de Faria Pedroso³

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar é intensamente difundida no Brasil. Programas como o Proálcool foram seus grandes incentivadores, expandindo o cultivo a extensas áreas, em regiões tradicionais de pecuária e produção de grãos, promovendo grande avanço nas técnicas de produção e lançamento de variedades com alto potencial de produção de biomassa e açúcar.

A alta produtividade de massa verde (80 a 120 t/ha), o baixo custo por unidade de matéria seca (MS), a manutenção do valor nutritivo até seis meses após a maturação e o período de colheita coincidente com o período de escassez de forragem nas pastagens (SILVA, 1993), aliados à facilidade de obtenção de mudas e plantio, e a possibilidade de atingir-se taxas de ganhos de peso razoáveis, têm atraído pecuaristas ao uso da cana-de-açúcar como fonte de alimento volumoso na engorda de bovinos.

1. Professor do Departamento de Zootecnia - USP/ESALQ, Piracicaba, SP.
2. Aluno de Pós-Graduação - Ciência Animal e Pastagens - USP/ESALQ.
3. Embrapa/CPPSE - Aluno de Pós-Graduação - Ciência Animal e Pastagens - USP/ESALQ.

A cana-de-açúcar, como principal ingrediente da ração de bovinos, possui sérias limitações do ponto de vista nutricional, devido ao desequilíbrio de nutrientes, com teores muito baixos de proteína bruta e da maioria dos minerais, principalmente fósforo, acarretando baixa ingestão de MS e utilização da energia digerida, apesar da digestibilidade (54 a 65% da MS) ser considerada de valor intermediário (BOIN e TEDESCHI, 1993). Contudo, a correção desse desequilíbrio vem sendo relativamente simplificada, com a adição de uma mistura de uréia e sulfato de amônio (9:1), na proporção de 0,5 a 1,0% da matéria verde, aliada ao fornecimento de farelos, como fontes de proteína e de amido de menor degradação ruminal, tornando a opção cana-de-açúcar bastante difundida e permitindo bons resultados de consumo e no desempenho de animais.

A grande difusão da cana-de-açúcar como volumoso suplementar para a seca baseia-se na facilidade e tradição de cultivo e, sobretudo, por constituir-se em opção competitiva quando comparada a outras fontes de volumosos. Em simulações de sistemas de produção animal (NUSIO et al., 2000; NUSSIO et al., 2002), a cana vem prevalecendo como uma das opções mais interessantes para minimização do custo de rações e do produto animal e maximização da projeção de receita líquida da atividade.

O uso da cana-de-açúcar fresca, mediante cortes diários, é tradicional e de amplo conhecimento dos produtores. Entretanto, este manejo demanda mão-de-obra diária para cortes, despalhamento, picagem e transporte, e estabelece limitação logística ou operacional quando se pretende suplementar rebanhos de maior porte. Além disso, em situações em que é usada como forragem durante todo o ano, há perda do valor nutritivo durante o verão, devido ao baixo teor de sacarose (MATSUOCA e HOFFMANN, 1993) e dificuldades de colheita em dias chuvosos.

O manejo industrial de canaviais exige que grandes talhões sejam colhidos rapidamente, visando facilitar o manejo e a eficiência dos tratamentos culturais e evitar os excedentes de produção, o que exigiria a manutenção da biomassa até a nova safra, com formação de canas "bisadas". Ainda, flutuações periódicas nos preços do açúcar e do álcool podem exigir redução da oferta de cana para as usinas, obrigando o produtor a liberar rapidamente glebas para o estabelecimento de outras culturas e estabelecer um destino alternativo à cana-de-açúcar existente.

Da mesma forma, canaviais submetidos a incêndio voluntário ou acidental, ou queimados pela geadas, precisam ser usados rapidamente, para evitar a conversão da sacarose e a respiração indesejável de carboidratos, gerando a necessidade da decisão pelo processo de ensilagem.

A ensilagem da cana-de-açúcar, por motivos voluntários ou não, apresenta-se como solução para tais problemas, permitindo a colheita de grandes áreas em curto espaço de tempo, e durante o período em que a forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo, coincidindo com o período mais propício aos trabalhos no campo, ou seja, durante a seca.

A concentração de atividades no processo de ensilagem resulta em facilidade organizacional e redução na necessidade diária de mão-de-obra, embora represente uma importante elevação nos custos de matéria seca e de nutrientes, quando comparada ao manejo tradicional da cana-de-açúcar sob o regime de capineira. A decisão pela ensilagem resulta na necessidade da consideração de custos advindos de maiores perdas e da introdução de operações mecanizadas, quase sempre indispensáveis ao processo.

A mecanização da colheita de cana-de-açúcar, tanto para oferecimento imediato como para a ensilagem, em geral, ainda encontra dificuldades associadas à freqüente e intensa manutenção dos conjuntos mecanizados. Esse fato decorre principalmente da utilização de colhedoras improvisadas ou não adequadas à colheita dessas plantas.

A ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Da mesma forma que os pecuaristas tradicionais, que têm buscado na ensilagem da cana-de-açúcar uma forma mais prática de manejo da forragem em suas propriedades, as usinas de açúcar e álcool, que enfrentam periodicamente problemas com o excesso de oferta e oscilação nos preços de seus produtos, têm buscado nesta técnica uma alternativa para viabilizar o aproveitamento da cana como volumoso para grandes confinamentos de bovinos de corte.

Embora possa representar uma solução operacional, existem questionamentos se a ensilagem da cana-de-açúcar constitui-se também em solução técnica e econômica. Apesar da escassez de pesquisa nacional e internacional nesta área, trabalhos recentes têm demonstrado que sila-

gens produzidas exclusivamente de cana são de baixa qualidade, acarretam rejeição das rações, com conseqüente redução no consumo voluntário pelos animais e desempenho insatisfatório destes.

Diversos autores (PRESTON et al., 1976; GONZÁLEZ e McLEOD, 1976; ALLI et al., 1982; KUNG Jr. e STANLEY, 1982) observaram que a cana-de-açúcar, quando ensilada sem aditivos, apresenta fermentação tipicamente alcoólica e perda no valor nutritivo, com redução no conteúdo total de açúcares e sacarose e conseqüente produção de etanol originada pelo desenvolvimento de leveduras na silagem.

A MICROFLORA EPÍFITA E A QUALIDADE DAS SILAGENS

Os microrganismos naturalmente presentes nas plantas forrageiras, chamados de microflora epífita, são responsáveis pela fermentação das silagens, afetando também a sua estabilidade aeróbia e a eficiência dos inoculantes contendo microrganismos exógenos. O número de cepas de microrganismos epífitas é variável, sendo afetado pelo tipo de forragem, pelo estágio de maturidade das plantas, pelo clima, por tratamentos agrônômicos dispensados na condução da cultura, pelo corte e condicionamento da forrageira (LIN et al., 1992), bem como pela ocorrência de incêndio prévio (BERNARDES et al., 2002).

Geralmente, os microrganismos presentes em maior número nas plantas forrageiras são as enterobactérias, as leveduras e os mofos, que competem com os lactobacilos pelos açúcares solúveis (BOLSEN et al., 1992). As leveduras não são inibidas pelo baixo pH encontrado nas silagens, sobrevivendo sob limites de pH entre 3,5 e 6,5 e algumas espécies são capazes de sobreviver inclusive sob pH inferior a 2 (McDONALD et al., 1991). Elevadas contagens de leveduras e mofos, além de causarem a deterioração aeróbia e perdas no valor nutritivo da silagem, promovem a elevação do pH, aumentando o risco de desenvolvimento de microrganismos patogênicos, como a *Listeria monocytogenes* (ROTZ e MUCK, 1994).

Vale ressaltar que são escassos os trabalhos, como os de GONZÁLEZ e McLEOD (1976) e ALLI et al. (1983), determinando o efeito de aditivos sobre a contagem de leveduras em silagem de cana-de-açúcar, e mais raros os que procuraram caracterizar a população epífita da cana, como LÓPEZ et al. (1988). A presença de leveduras, na ordem de 10^6 ufc/g de forragem (ALLI et al., 1983) é considerada indesejável no processo de

ensilagem, uma vez que esses microrganismos não contribuem efetivamente para a acidificação e estão associados com a deterioração aeróbia das silagens (DRIEHUIS et al., 1999).

Na fermentação da cana-de-açúcar ocorre extensa atividade de leveduras, que convertem açúcar em CO_2 , água e etanol. Essa conversão apresenta menor valor nutritivo e elevadas perdas durante a estocagem e no fornecimento da silagem aos animais, levando a redução no teor de carboidratos solúveis, baixos teores de ácidos láctico e acético e aumento relativo no teor de FDA das silagens (ALLI et al., 1983).

A reação bioquímica da produção de etanol, catalisada pela via fermentativa de leveduras, pode ser descrita da seguinte forma:



Talvez a produção de etanol, em detrimento do valor nutritivo da silagem de cana, seja a principal dificuldade apresentada por essa tecnologia e o maior desafio da pesquisa, na busca por processos específicos que controlem adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo da qualidade da silagem e do desempenho de animais.

Na ensilagem da cana-de-açúcar ocorre extensa atividade de leveduras, que podem estar presentes na proporção de 10^6 ufc/g de forragem e que convertem os carboidratos solúveis da forragem em etanol, CO_2 e água, levando a perdas excessivas de MS, a baixos teores de ácidos láctico e acético e aumento no teor de FDA das silagens (ALLI et al., 1983). Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético para os bovinos, através da conversão em acetato no rúmen (CHALUPA et al., 1964), grande parte do etanol produzido nas silagens é perdido durante a estocagem nos silos (ALLI et al., 1982). A produção deste álcool representa perda de aproximadamente 49% de MS dos substratos (McDONALD et al., 1991).

O etanol produzido resulta em grande perda energética da forragem, provocando rejeição de consumo pelo animal logo após a retirada do silo. Estudos *in vitro* verificaram ligeira elevação na digestibilidade da celulose (6,6%), com a adição de pequenas doses de etanol (CHALUPA et al., 1964; GOULD et al., 2001), provavelmente devida ao aumento em energia prontamente disponível, mediante a conversão do etanol ingerido em acetato. Contudo, PRADHAM e HEMKEN (1970) observaram a utiliza-

ção de apenas 45% do etanol após 5 horas de incubação. Em estudos *in vivo*, PRADHAM e HEMKEN (1970) não verificaram efeito da infusão ruminal de etanol sobre consumo de MS, produção de leite e sólidos totais no leite. GOULD et al. (2001) não verificaram efeito da infusão ruminal de etanol sobre a digestibilidade ruminal, intestinal ou total da FDN.

ADITIVOS ASSOCIADOS A ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

Os primeiros testes com aditivos para controle do desenvolvimento de leveduras em silagens de cana foram baseados nos resultados promissores de experimentos pioneiros que avaliaram o uso de soluções de amônia para o controle de fungos e leveduras em silagens de milho (BRITT et al., 1975). Desde então, diversos aditivos têm sido avaliados visando melhorar o padrão de fermentação, o controle do desenvolvimento de leveduras e a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem.

1. Aditivos químicos

Na década de 70, trabalhos conduzidos por PRESTON et al. (1976) e ALVAREZ e PRESTON (1976), testando combinações de amônia aquosa e uréia com melaço, verificaram queda na produção de etanol em silagens de cana, detectando ainda que ambas soluções apresentaram efeito positivo sobre a preservação das silagens, com efeito mais pronunciado da amônia, traduzido pelo menor consumo de açúcares solúveis durante o processo.

CASTRILLÓN et al. (1978) estudaram o valor nutritivo e o padrão de fermentação ruminal de ovinos alimentados com silagem de cana tratada com 4% de NaOH na MS e verificaram melhoria na composição bromatológica, com redução acentuada na produção de etanol (de 5,2 para 0,9% da MS) e aumento no teor de ácido lático, em relação a silagem sem aditivos. Usando as dosagens de 1, 2 e 3% de NaOH na massa verde, PEDROSO et al. (2002) verificaram redução no teor de etanol, de 3,06% na silagem controle para 2% da MS, na média das silagens tratadas com esse produto (Tabela 2). Esses autores verificaram também valores reduzidos de produção de efluente e de gases, nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com NaOH. Entretanto, o pH observado nessas silagens foi o mais alto, entre os tratamentos estudados, ficando em torno de 5. Embora apresente resultados satisfatórios, o uso do hidróxido de sódio tem

sido evitado, em virtude da possibilidade de contaminação do ambiente e do excesso de Na na dieta, nas fezes e urina dos animais (BERGER et al., 1994) e, sobretudo, pelo dano potencial à saúde humana causado durante sua aplicação, em especial problemas respiratórios e epiteliais.

Ácidos graxos saturados, contendo de 1 a 12 carbonos, também apresentam propriedades antimicrobianas, conforme verificado por WOOLFORD (1975), que observou aumento dessa atividade com o aumento no tamanho da cadeia carbônica dos ácidos e com a diminuição do pH. Além disso, os ácidos butírico, valérico e capróico, apesar de serem efetivos inibidores de leveduras, estão associados a silagens que apresentam fermentação butírica e, por isso, geralmente são rejeitados por possuírem odor desagradável. Segundo este autor, sob pH 5 e 6, os ácidos fórmico, acético e propiônico inibiram clostrídios e bacilos, mais do que outros grupos de microrganismos; entretanto, sob pH 3 e 4, o efeito inibitório sobre mofos e leveduras foi aumentado. Neste caso, a efetividade dos ácidos foi intensificada com o aumento do tamanho da cadeia, sendo o ácido propiônico o mais eficiente.

Resultados mais consistentes do efeito dos ácidos graxos de cadeia curta (fórmico, acético e propiônico) sobre leveduras e fungos podem ser observados em ensaios avaliando a estabilidade aeróbia de silagens (OHYAMA et al., 1975; BRITT et al., 1975; MANN e McDONALD, 1976), uma vez que os fungos são grandes responsáveis por perda de material digestível quando as silagens são expostas ao ar. Estes autores verificaram retardo na elevação da temperatura e aumento no tempo para o aparecimento de fungos visíveis nas silagens tratadas com esses ácidos, resultando em menor perda de carboidratos solúveis.

Segundo McDONALD et al. (1991), o uso do ácido acético tem sido evitado por muitos pesquisadores uma vez que sua presença, sob altas concentrações, na silagem, tem sido associada com desempenho animal insatisfatório, resultante de baixo consumo voluntário de matéria seca. No entanto, este autor cita os estudos de DEWYSEN (1980), mostrando que o acetato apenas induz a ligeira redução do consumo (para ovinos) e que os problemas devem advir indiretamente do processo de produção de acetato na silagem, e não do efeito direto do ácido propriamente dito.

Alguns agentes germicidas, usados como conservantes na indústria de alimentos para humanos, também têm sido avaliados como aditivos para silagem. WOOLFORD (1975), testando os ácidos sórbico e benzóico,

na forma de sorbato de potássio e benzoato de sódio, verificou o poder inibidor destes sobre clostrídios, leveduras e mofo. Todavia, o benzoato de sódio mostrou-se efetivo contra leveduras, somente sob doses superiores a 7,2 kg/t.

2. Aditivos microbianos

Em geral, a elevação artificial do número inicial de bactérias produtoras de ácido láctico na forragem ensilada, através da inoculação, pode acelerar a queda do pH e reduzir o pH final, aumentar a concentração de ácido láctico, diminuir a produção de efluentes e a perda de matéria seca no silo, melhorando o desempenho dos animais alimentados com as silagens tratadas (McDONALD et al., 1991).

Os inoculantes comerciais direcionados para as culturas de milho e alfafa contêm, normalmente, linhagens de bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico, como *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus faecium*, *Enterococcus faecium* e *Lactococcus lactis*. Recentemente, inoculantes contendo bactérias heterofermentativas, produtoras de ácido acético e propiônico, como *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus cerevisiae*, *Propionibacterium shermani*, e *Propionibacterium acidipropionici*, têm sido avaliados buscando melhorar a estabilidade aeróbia das silagens (RANJIT e KUNG Jr., 2000), com resultados inconstantes.

HIGGINBOTHAN et al. (1998), comparando inoculantes contendo bactérias homofermentativas produtoras de ácido propiônico (*Propionibacterium acidipropionici*), bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico (*L. plantarum* e *P. cerevisiae*) e inoculantes contendo a combinação dos dois tipos de bactérias, não detectaram benefícios da inoculação sobre a composição e estabilidade aeróbia das silagens de milho, concluindo que as bactérias produtoras de ácido propiônico foram incapazes de se desenvolver nas condições de acidez encontradas no silo.

Por outro lado, aditivos contendo bactérias heteroláticas, que produzem também ácido acético e propiônico, além do ácido láctico, têm mostrado grande potencial como melhoradoras da estabilidade aeróbia das silagens. RANJIT e KUNG Jr. (2000), em experimento em que avaliaram inoculantes contendo a bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri*, observaram aumentos na produção dos ácidos propiônico e acético,

Tabela 1. Composição química de silagens de milho, após 100 dias de armazenamento.

Tratamentos	pH	Etanol	Lactato	Acetato	Propionato
Controle	3,66	1,97 ^a	7,72 ^a	1,82 ^{bc}	0,02 ^a
<i>L. buchneri</i> , 10 ⁶ ufc/g	3,67	1,53 ^{ab}	7,17 ^{ab}	1,83 ^{bc}	0,00 ^a
<i>L. buchneri</i> , 10 ⁸ ufc/g	3,72	0,86 ^b	6,35 ^c	3,60 ^a	0,00 ^a
<i>L. plantarum</i> 30114, 10 ⁶ ufc/g	3,73	1,46 ^{ac}	7,00 ^{ab}	2,04 ^b	0,01 ^a
<i>L. plantarum</i> 30115, 10 ⁶ ufc/g	3,68	1,49 ^{ac}	7,24 ^{ab}	1,88 ^c	0,00 ^a

Adaptado de RANJIT e KUNG Jr. (2000).

aumento significativo na estabilidade aeróbia, redução no teor de etanol e na população de leveduras das silagens de milho tratadas. Os principais resultados obtidos por estes autores estão sumarizados na Tabela 1.

Os dados apresentados por esses autores evidenciam um teor menor de etanol produzido nas silagens de milho tratadas com 10⁶ ufc de *Lactobacillus buchneri*/g de massa verde, bem como um teor maior de ácido acético, em detrimento do ácido láctico. A aplicação desses resultados vem induzindo o uso da bactéria heterolática *L. buchneri* como um aditivo potencial à ensilagem da cana-de-açúcar, no sentido de reduzir a ocorrência de etanol.

Atualmente alguns ensaios vêm sendo conduzidos no Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ de Piracicaba, com o objetivo de avaliar o efeito de diversos aditivos químicos e microbianos e estabelecer a otimização da dosagem de aplicação, quanto à sua capacidade de inibição do desenvolvimento de leveduras produtoras de etanol, recuperação de MS após a fermentação e estabilidade aeróbia.

Analisando a dinâmica fermentativa da silagem de cana-de-açúcar sem aditivos, PEDROSO (2003) verificou estabilização na concentração de etanol em 6,4% da MS, após 15 dias de armazenamento, com decorrente perda de MS de cerca de 30%, referente ao desaparecimento de 68% dos carboidratos solúveis (Figura 1).

Em uma segunda etapa, PEDROSO et al. (2002) testaram, em silos experimentais, cinco aditivos químicos e dois inoculantes bacterianos, diluídos em água, nas seguintes dosagens (massa verde): uréia (0,5; 1,0; 1,5%), NaOH (1; 2; 3%), propionato de cálcio (0,05; 0,1; 0,2%), benzoato de sódio (0,05; 0,1; 0,2%), sorbato de potássio (0,015; 0,03; 0,45%), bactérias homoláticas *Lactobacillus plantarum* - BAL (1 x 10⁸), *L. buchneri* (1

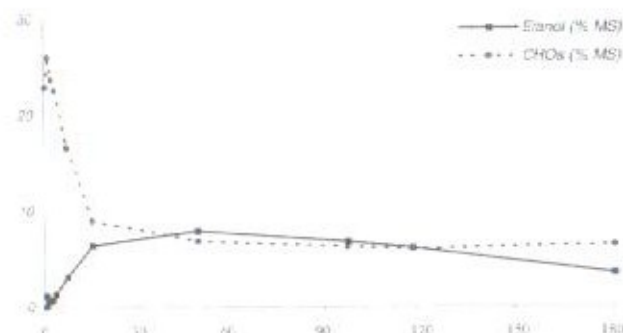


Figura 1. Efeito do período de ensilagem nos teores de etanol e de carboidratos solúveis em água (CHOs) na silagem de cana-de-açúcar.

Tabela 2. Efeito de aditivos químicos e microbianos sobre os parâmetros de fermentação e perdas de MS durante a ensilagem de cana-de-açúcar.

Variáveis	Tratamentos										Efeitos ¹		
	contr.	BAL	Buch	uréia	NaOH	pro	benz	sorb	uréia + BAL	EFM	Tempo	Dose	TraLx Tempo
PH	3,69	3,58	3,52	3,74	5,05	3,68	3,69	3,66	3,73	3,05	0,16	**	**
Etanol, % MS	3,06	9,81	1,75	3,88	2,00	5,21	2,25	2,14	5,86	0,45	*	**	0,82
Gases, % MS	9,7	13,9	8,4	9,1	5,0	10,6	7,9	8,6	11,1	0,47	**	**	**
Efluente, L/t	15,1	29,9	24,7	26,9	6,3	25,6	25,2	15,9	20,5	1,13	**	**	**
Recup. MS, %	80,9	77,7	90,5	90,4	88,1	82,8	83,0	85,1	87,2	0,62	**	**	**

Tempo = 90 vs 180 dias de fermentação; Dose = taxa de aplicação do ativo; TraLx Tempo = efeito de interação.

* P < 0,05; ** P < 0,01.

PEDROSO et al. (2002).

$\times 10^9$) e a combinação de BAL e uréia (0,5; 1,0%). Na Tabela 2, podem ser observadas as médias obtidas, após 90 e 180 dias de fermentação, para os parâmetros avaliados.

A análise dos dados mostrou que as médias das perdas gasosas (8,9%) e de efluentes (20,8 L/t) responderam por 62% e 38%, respectivamente, das perdas de matéria seca da silagem, que foram de 14,4% em média. A inoculação com BAL triplicou a produção de etanol e levou à menor recuperação de matéria seca (77,7%), como resultado de maiores perdas de gases e efluentes. A adição de uréia com BAL também levou a maiores perdas de gases e maior teor de etanol em relação ao controle. Os resultados de SILVA (2003) também constata a baixa eficiência de bactérias homoláticas no controle da produção de etanol. Nesse trabalho foram avaliados os efeitos de BAL e de fubá de milho na ensilagem de cana-de-

açúcar, não havendo alteração na concentração de etanol até 45 dias de armazenamento da silagem.

Altas concentrações de sais, com exceção do propionato, ajudaram a diminuir as perdas. Melhora significativa na recuperação de matéria seca ocorreu com o uso da uréia e NaOH. A produção de etanol foi diminuída pela adição de NaOH, benzoato e sorbato. A inoculação com *L. buchneri* reduziu simultaneamente as perdas gasosas, a concentração de etanol e melhorou a recuperação de matéria seca, embora com maior produção de efluentes em relação ao controle.

Esses dados foram corroborados em uma terceira fase, em que a inoculação com bactérias homoláticas foi prejudicial, elevando a produção de etanol e reduzindo o valor nutritivo da silagem (DVIVMS). Os aditivos benzoato de sódio, sorbato de potássio, uréia e *L. buchneri* reduziram a produção de etanol, em relação ao controle; no entanto, apenas o benzoato e o *L. buchneri* elevaram significativamente a estabilidade aeróbia da silagem (PEDROSO, 2003). Os resultados de estabilidade aeróbia (horas) e somatório da diferença média diária entre a temperatura das silagens e o ambiente, durante os primeiros cinco e dez dias de exposição ao ar, das silagens controle e tratadas são apresentados na Figura 2.

3. Sequestrantes de umidade

Aditivos sequestrantes de umidade são, normalmente, fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, que visam elevar o teor de maté-

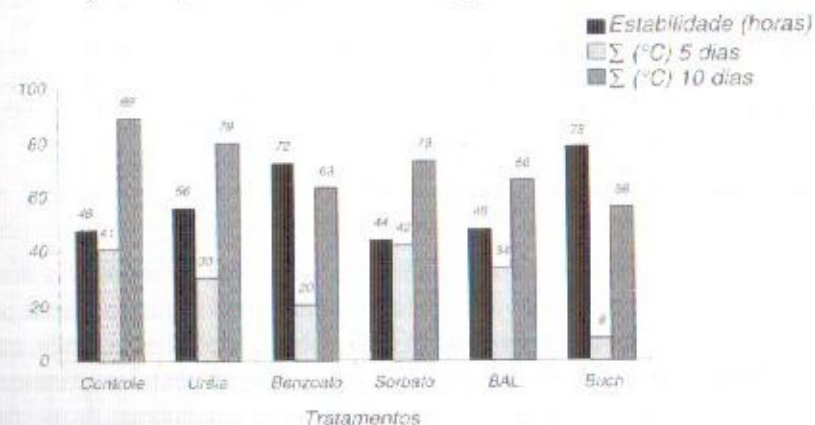


Figura 2. Efeito dos aditivos sobre a estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar.

ria seca das silagens, reduzir a produção de efluente e aumentar o valor nutritivo das silagens (McDONALD et al., 1991).

Usando níveis crescentes de rolão de milho, na ensilagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, ANDRADE et al. (2001) verificaram redução quase completa na concentração de etanol, com a elevação em sete unidades percentuais no teor de MS, devido à inclusão de 120 kg de rolão por tonelada de massa verde.

Trabalhos avaliando a adição de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) e casca de café (EVANGELISTA et al., 2002a), farelo de soja e farelo de algodão (EVANGELISTA et al., 2002b), farelo de trigo e polpa cítrica (LIMA et al., 2002a) e farelo de soja e uréia (LIMA et al., 2002b), na ensilagem de cana-de-açúcar, não apresentaram, em geral, efeitos sobre o perfil da fermentação. Segundo os autores, essas silagens apresentaram odor alcoólico, característico de fermentação por leveduras. Os principais efeitos dos níveis de aditivos, aplicados de zero a 12% da massa verde, verificados sobre as variáveis da silagem de cana, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Efeitos de níveis crescentes de inclusão de aditivos sobre parâmetros da silagem de cana-de-açúcar.

Aditivos	pH		poder tampão		N-NH ₃	
	% var. ¹	Efeito ²	% var.	Efeito	% var.	Efeito
MDPS	-	-	80,5	SAJ	55,9	EQ
Casca de Café	8,5	EQ	27,6	AL	36,1	AL
F. de Soja	11,5	EQ	361,0	AL	62,7	AL
F. de Algodão	5,8	AL	61,8	AL	267,9	AL
F. de Trigo	3,5	EQ	46,6	AL	232,0	AL
Polpa Cítrica	4,1	AL	28,0	EQ	54,0	EQ

¹ % var. = máxima variação percentual entre os níveis aplicados.

² AL = aumento linear; EQ = efeito quadrático; SAJ = sem ajuste.

Adaptado de EVANGELISTA et al. (2002_{a,b}) e LIMA et al. (2002_a).

Embora todos os valores verificados estejam dentro dos padrões aceitáveis para silagens de boa qualidade, as variações verificadas para poder tampão e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) são de maior magnitude, que as verificadas para pH. Os aditivos usados, principalmente os protéicos, contribuíram com a elevação do valor nutritivo das silagens. As perdas decorrentes da produção de etanol não foram mensuradas.

Avaliando o efeito da inclusão de MDPS sobre as características fermentativas da cana-de-açúcar, ensilada fresca ou queimada, BERNARDES et al. (2002) verificaram elevação do poder tampão, com o aumento do teor de MDPS, decorrente do maior teor de MS dessas silagens. O pH, com médias de 3,46 e 3,65 para as silagens de cana fresca e queimada, não foi influenciado pelo MDPS. O teor de etanol nas silagens foi reduzido em 10,0 e 20,9 %, respectivamente, para a cana ensilada fresca e queimada, com a inclusão de 10% de MDPS, na massa verde. O maior teor médio de etanol (7,27% da MS) verificado nas silagens de cana queimada, em relação à cana fresca (6,54% da MS), possivelmente foi decorrente da maior contagem de leveduras (244%) observada nas silagens de cana queimada (446,4 ufo/g). Segundo os autores, as silagens de cana submetidas a queima apresentaram valores de etanol maiores que os de cana fresca, possivelmente devido à transformação de sacarose em glicose e frutose, uma vez que a presença de açúcares redutores facilita o crescimento de leveduras e, conseqüentemente, leva a aumento na produção de álcool.

DESEMPENHO DE ANIMAIS EM RAÇÕES COM BASE DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Existem poucos resultados na literatura referentes a avaliação de consumo e desempenho de animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar.

Trabalhos pioneiros de SILVESTRE et al. (1976) e ALVAREZ et al. (1977) avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com dietas com base de silagens de cana tratadas com soluções de amônia aquosa e uréia com melaço, constatando que o consumo de silagens tratadas com uréia foi 39% superior ao da silagem sem aditivo e semelhante ao da cana fresca. Houve ainda, tendência de aumento no ganho de peso (16%) e melhoria da conversão alimentar do tratamento contendo silagem de cana tratada com 2% de solução de melaço e amônia, entretanto, ainda inferiores (17%) ao desempenho de animais recebendo cana fresca.

Avaliando o rolão de milho como aditivo à silagem de cana-de-açúcar com uréia, ANDRADE et al. (2001) observaram que o consumo de MS, por ovelhas, foi incrementado em 77%, para a dose máxima de rolão (120 kg/t). A digestibilidade da MS sofreu efeito similar, com o aumento da inclusão de rolão. Entretanto, os autores mencionam que não foi possível

distinguir se este efeito se deveu ao aumento no teor de MS da silagem, ou ao efeito direto do rolão no consumo dos animais.

Em ensaio metabólico com bovinos Nelore providos de cânula ruminal, SCHMIDT et al. (dados não publicados), comparando a inclusão de dois aditivos químicos (uréia 0,5% na massa verde ou benzoato de sódio 0,1% na massa verde) e dois aditivos microbianos (*L. buchneri* $3,6 \times 10^5$ UFC/g e *L. plantarum* 10^4 UFC/g) à silagem de cana controle, não verificaram alterações devidas a tratamentos no consumo (6,90; 7,42; 6,89; 7,74 e 7,03 kg MS/dia) e na digestibilidade aparente da MS (63,4; 64,3; 64,9; 62,9 e 62,5%), para as rações contendo as silagens controle e aditivadas com uréia, *L. plantarum*, benzoato de sódio e *L. buchneri*, respectivamente.

Usando esses mesmos aditivos, com exceção de *L. plantarum*, em dietas contendo 65% de silagem de cana-de-açúcar na MS, PEDROSO (2003) avaliou o ganho de peso de novilhas holandesas (Tabela 4). Esse autor verificou taxas de ganho de peso médio diário de 32 e 21% superiores à dieta controle, para as silagens de cana tratadas com *L. buchneri* e benzoato de sódio, respectivamente. A conversão alimentar para esses tratamentos seguiu tendência semelhante. Apesar do tratamento contendo 0,5% de uréia não ter promovido alterações significativas nas variáveis de desempenho avaliadas (consumo, ganho e conversão alimentar), os resultados de cinética de fermentação sugerem a possibilidade de explorar-se doses superiores a 0,5% para garantir maior eficiência de fermentação, menores perdas por etanol e maior estabilidade aeróbia da silagem. Con-

Tabela 4. Desempenho de novilhas da raça holandesa alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas.

Tratamentos ¹	Peso inicial	Peso final	Ganho diário	Consumo de MS (kg/dia)	Consumo de MS (% PV) ²	Conversão (kg MS/kg Gd) ³
	(kg)					
Controle	387,3 ^a	443,5 ^b	0,94 ^b	8,72 ^a	2,15 ^a	9,37 ^a
Uréia	391,5 ^a	453,8 ^{ab}	1,03 ^b	8,75 ^a	2,17 ^a	8,63 ^{ab}
Benzoato	383,3 ^a	458,5 ^a	1,14 ^{ab}	8,61 ^a	2,12 ^a	7,63 ^b
<i>L. buchneri</i>	391,4 ^a	465,8 ^a	1,24 ^a	9,61 ^a	2,35 ^a	7,73 ^b
Média	388,3	457,9	1,09	8,92	2,19	8,34
EPM	6,18	5,84	0,06	0,40	0,11	0,53

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (P<0,05).

¹ Rações contendo aproximadamente 46% de silagens de cana-de-açúcar; sem aditivos (Controle); com uréia (0,5% MV); com benzoato de sódio (0,1% MV) e com *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ UFC/g MV).

² PV = peso vivo. ³ Gd = ganho de peso médio diário.

tudo, não são encontrados na literatura relatos de desempenho de animais recebendo silagens de cana-de-açúcar sob doses superiores a 0,5%.

Avaliando o efeito de dois níveis de inclusão de *L. buchneri* e a adição de enzima fibrolítica à silagem de cana-de-açúcar, SCHMIDT et al. (dados não publicados) verificaram efeito positivo do aditivo sobre o consumo e ganho de peso de bovinos em confinamento, recebendo rações com 45% de silagem na MS (Tabela 5). Embora não tenha sido verificada diferença significativa entre as doses aplicadas, para as variáveis mensuradas, em média, a inoculação com *L. buchneri* elevou em 13,63% o consumo de MS e 22,36% o ganho de peso médio diário, em relação à silagem controle.

Tabela 5. Desempenho de bovinos Nelore e Canchim alimentados com rações com base de silagem de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes doses (UFC/g MV) de *L. buchneri*.

Variáveis ²	Tratamentos ¹				EPM	Raça	T x R
	Contr.	LB 5×10^4	LB 10^5	LB 10^5 - enz			
CMS, kg	7,73 ^b	8,83 ^a	8,99 ^a	8,70 ^{bc}	0,37	*	ns
CPV, %PV	1,59 ^b	1,72 ^{ab}	1,75 ^a	1,69 ^{ab}	0,05	ns	ns
GPV, kg	0,82 ^c	1,03 ^a	0,98 ^a	1,00 ^a	0,08	ns	ns
CA, kg MS/kg PV	9,71	8,66	9,32	8,80	0,73	ns	ns
Peso médio	491	517	514	515	25	*	ns

¹ UFC = unidade formadora de colônia; Contr. = controle; LB = *Lactobacillus buchneri*; enz = enzima fibrolítica.

² CMS = consumo de MS; CPV = consumo relativo ao peso vivo; GPV = ganho de peso vivo médio diário; CA = conversão alimentar.

* P<0,10; ns = P>0,10.

A observação das Tabelas 2, 4 e 5 indica que alguns aditivos, como o benzoato de sódio e a bactéria heterolática *L. buchneri*, mostram-se bastante efetivos no controle de fermentações indesejáveis durante a ensilagem da cana-de-açúcar, reduzindo as perdas de MS no processo e, como principal indicador de valor nutritivo, elevando o desempenho de animais que receberam rações com essas silagens.

CONCLUSÕES

Independentemente da relevância dos resultados experimentais até aqui apresentados, deve-se considerar que a cana-de-açúcar picada e manejada como capineira, representa não somente uma forma eficiente de suplementação de ruminantes na seca, mas uma das opções de melhor

perspectiva de retorno econômico entre os volumosos suplementares convencionais. A ensilagem da cana sem aditivos, mesmo justificada pelo benefício da logística operacional, se comporta como uma fonte pouco interessante de volumoso suplementar, com valor nutritivo muito inferior à cana original, determinando um potencial limitado de exploração do desempenho de animais, em especial em dietas com grande participação desse volumoso.

Alguns aditivos têm apresentado eficiência técnica satisfatória no controle de perdas e a decisão pela adoção definitiva desses deverá considerar a economicidade de todo o processo, levando em conta perdas ocorridas desde a colheita das plantas a campo, até o desempenho final dos animais

Quando a análise da situação sugerir a ensilagem da cana-de-açúcar, os resultados têm apontado para a necessidade de uso de aditivos que efetivamente controlem a produção de etanol, para que a ensilagem possa ser justificada. Do contrário, a silagem de cana poderá se comportar como uma das fontes mais onerosas de MS e de energia para o rebanho, conforme apontam recentes simulações

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLI, I.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. *Animal Feed Science and Technology*, v.7, p.411-417, 1982.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. *Animal Feed Science and Technology*, v.9, p.291-299, 1983.
- ALVAREZ, F.J.; PRESTON, T.R. Ammonia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugarcane. *Tropical Animal Production*, v.1, p. 98-104, 1976.
- ALVAREZ, F.J.; PRIEGO, A.; PRESTON, T.R. Animal performance on ensiled sugarcane. *Tropical Animal Production*, v.2, p. 2-33, 1977.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem da cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 9, p. 1169-1174, 2001.
- BERGER, L.L.; FAHEY, G.C; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p.922-966.
- BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M. et al. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada

- com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. *Anais...XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, CD ROM, 2002.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5. Piracicaba, 1993. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, p.107-126. 1993.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 3066-3083, 1992.
- BRITT, D.G.; HUBER, J.T.; ROGERS, A.L. Fungal growth and acid production during fermentation and re-fermentation of organic acid treated corn silages. *Journal of Dairy Sciences*, v. 58, p. 532-539, 1975.
- CASTRILLÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. *Técnica Pecuária en México*, v.35, p. 48-55, 1978.
- CHALUPA, W.; EVANS, J.L.; STILLIONS, M.C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. *Journal of Animal Science*, v. 23, p. 802-807, 1964.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology*, v. 87, p. 583-594, 1999.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com MDPS ou casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. *Anais... XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, CD ROM, 2002a.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de soja ou farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. *Anais... XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, CD ROM, 2002b.
- GONZÁLEZ, E.; McLEOD, N.A. Spontaneous fermentation of sugarcane. *Tropical Animal Production*, v. 1, p. 80-84, 1976.
- GOULD, J.; SCHOLLJEGERDES, E.J; WESS, B.W. et al. Supplemental ethanol for ruminants consuming forage-based diets. In: UNIVERSITY OF WYOMING ANNUAL SCIENCE RESEARCH REPORT. 2001.
- Disponível em: <http://uwadmweb.uwyo.edu/anisci/ANSCAnnualReport2001.htm>
- HIGGINBOTHAN, G.E; MUELLER, S.C.; BOLSEN, K.K. et al. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 2185-2192, 1998.
- KUNG Jr, L.; STANLEY, R.W. Effects of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. *Journal of Animal Science*, v. 54, p. 689-696, 1982.

- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de trigo ou polpa cítrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. *Anais...* XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, CD ROM, 2002a.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. *Anais...* XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, CD ROM, 2002b.
- LIN, C.; BOLSEN, K.K.; BRENTHART, R.A. et al. Epiphytic microflora on alfalfa and whole plant corn. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 2484-2493, 1992.
- LÓPEZ, Z.A.; MOREÑO, I.E.; FOGLIATA, F.A. et al. Microbial population of sugar juice that is neither affected nor deteriorated by frost. *Sugar y Azúcar*, p. 21-34, 1988.
- MANN, E.M.; McDONALD, P. The effect of formalin and lower volatile fatty acids on silage fermentation. *Journal of Science Food and Agriculture*, v. 27, p. 612-616, 1976.
- MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. *Anais...* Piracicaba:FEALQ, p. 17-35. 1993.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. 2.ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.
- NUSSIO, L.G.; LIMA, L.G.; MATTOS, W.R.S. Alimentos volumosos para o período da seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1., Goiânia, 2000. *Anais...* Goiânia: CBNA, p. 85-100. 2000.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. et al. Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A.R. et al. (Ed.) Forragicultura e pastagens - temas em evidência. 1.ed. Lavras: Editora UFLA, 2002. p.193-232.
- OHYAMA, Y.; MASAKI, S.; HARA, S. Factors influencing aerobic deterioration of silages and changes in chemical composition after opening silos. *Journal of Science Food and Agriculture*, v. 26, p. 1137-1147, 1975.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., Auchincruive, Scotland, 2002. *Proceedings...* Auchincruive: XIII INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, p. 66-67. 2002.
- PEDROSO, A.F. Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 2003. (no prelo).

- PRADHAN, K.; HEMKEN, R.W. Utilization of ethanol and its effect on fatty acids patterns in ruminants. *Journal of Dairy Science*, v. 42, p. 1739-1746, 1970.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugarcane with ammonia molasses and mineral acids. *Tropical Animal Production*, v. 1, p. 120-126, 1976.
- RANJIT, N.K.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 526-535, 2000.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvester and storage. In: FAHEY, D.C. et al. (Ed.). Forage quality, evaluation, and utilization. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p.825-865.
- SILVA, S.A.R. Avaliação da eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos. Goiânia: Escola de Veterinária, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária/Universidade Federal de Goiás, 2003.
- SILVA, S.C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A.M. et al. (Ed.) Volumosos para bovinos. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 59-74.
- SILVESTRE, R.; McLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. The performance of steers fed fresh chopped whole sugarcane or after ensiling with urea or ammonia. *Tropical Animal Production*, v. 1, p. 216-222, 1976.