

ANAIS DA I REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

Apoio



MENTA MIT MÁQUINAS AGRÍCOLAS LTDA.
Rua Barão do Rio Branco, 575 - C.P.: 08 • CEP: 14240-000 • Cajuru • SP • Brasil
Tel.: (16) 3667-3411 • Fax: (16) 3667-3131
www.mentamit.com.br • e-mail: mentamit@mentamit.com.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



**Aspectos da fermentação, efeito de aditivos
e valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar
para bovinos**

Editor
André de Faria Pedroso

República Federativa do Brasil
Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Luís Carlos Guedes
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Hélio Tollini
Ernesto Paterniani
Luís Fernando Rigato Vasconcellos
Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Pecuária Sudeste

Nelson José Novaes
Chefe-Geral

Airton Manzano
Chefe-Adjunto de Administração

Alfredo Ribeiro de Freitas
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Sérgio Novita Esteves
Chefe-Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio

MENTA

SUPER 15 T • SUPER 20 T • SUPER 40 T



- Transmissão dos roletes puxadores por correia.
- Mudança de corte por correia: variação de 5 e 10 mm no tamanho da ração particulada.



- Rotor picador com corte frontal.



- Ensiladeira com base simples para motor estacionário.



- Ensiladeira e triturador com base dupla para motor estacionário.



- Ensiladeira acoplada ao 3º ponto AT90º para trator.

A ensiladeira ideal para alimentar seu rebanho e seus lucros.



Desenvolvida nos modelos SUPER 15 T, SUPER 20 T e SUPER 40 T para atender produtores de gado de corte e de leite, a MENTA SUPER é uma ensiladeira própria para picar ração verde: cana-de-açúcar, capim *napier*, milho e sorgo. MENTA SUPER possui diversos diferenciais que a destacam no mercado, como o puxador alimentador automático, que permite uniformidade no tamanho do particulado; sistema de transmissão por correias, de fácil manutenção e menor custo, assegurando maior durabilidade do conjunto. Além desses, MENTA SUPER é dotada de rotor picador com corte frontal, que exige menor força motriz e garante maior produtividade e rendimento. Pode ser acionada por trator e/ou motores estacionários — elétrico, a diesel ou a gasolina.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

	SUPER 15 T	SUPER 20 T	SUPER 40 T
Ton/Hora	4 a 10	10 a 18	20 a 30
Nº de Facas	3	4	4
Força CV	5 a 10	10 a 15	20 a 30

MENTA SUPER a melhor forma de produzir alimentos com menor custo.



MENTA MIT MÁQUINAS AGRÍCOLAS LTDA.
Rua Barão do Rio Branco, 575 • C.P.: 08 • CEP 14240-000 • Cajuru • SP
Tel.: (16) 3667-9600 • Fax: (16) 3667-3131
www.mentamit.com.br • e-mail: mentamit@mentamit.com.br

PREMIUM DOBLO. A única colhedora de forragens em dose dupla que não bambeia na hora do trabalho duro.

PREMIUM DOBLO DA MENTA É DE RAÇA.

FC1
• Frente construída para cortar cana-de-açúcar, capim, milho e sorgo em uma linha.

FM2-60
• Frente construída para milho e sorgo em duas linhas de 40 a 60 cm entrelinhas.

FM2-90
• Frente construída para milho e sorgo em duas linhas de 70 a 90 cm entrelinhas.

PREMIUM DOBLO é a colhedora média de forragem com solução em dose dupla, proporcionando economia superior na colheita.

PREMIUM DOBLO com frente **FC1** permite colher cana-de-açúcar, capim, milho e sorgo em uma linha. Possui maior abertura da plataforma colhedora para colher forragens mais duras e entouceiradas como a cana-de-açúcar sem abalar e soqueiras, permitindo uma melhor rebalada.

Com uma simples troca da plataforma frontal a **PREMIUM DOBLO** com frente **FM2-60** colhe duas linhas de milho e sorgo com espaçamento de 40 a 60 cm entrelinhas, ou a **PREMIUM DOBLO** com frente **FM2-90** colhe duas linhas de milho e sorgo com espaçamento de 70 a 90 cm entrelinhas. Tudo isso para proporcionar a você, pecuarista, a certeza de estar adquirindo a mais eficiente, econômica e confiável colhedora média de forragem.

PREMIUM DOBLO DA MENTA É DE RAÇA.

Alterna telescópica do câmbio

Transmissão por câmbio

- Menor perda de potência em relação ao sistema de transmissão por correia;
- Menor custo de manutenção.

Anais da 1ª Reunião Técnica sobre Silagem de Cana-de-açúcar

Aspectos da fermentação, efeito de aditivos e valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar para bovinos

(São Carlos, 23 de novembro de 2004)

Editor

André de Faria Pedroso

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luis, km 234
Caixa Postal 339
Fone: (16) 3361-5611
Fax: (16) 3361-5754
Home page: www.cppse.embrapa.br
E-mail: sac@cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Alfredo Ribeiro de Freitas
Secretário-Executivo: Edison Beno Pott
Membros: André Luis Monteiro Novo, Odo Primavesi,
Sonia Borges de Alencar, Maria Cristina Campanelli Brito

Revisor de texto: Edison Beno Pott
Normalização bibliográfica: Sonia Borges de Alencar
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

1ª edição

1ª impressão (2005): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Reunião Técnica Sobre Silagem de Cana-de-açúcar. (2005 : São Carlos, SP)
Anais da 1ª Reunião Técnica sobre Silagem de Cana-de-açúcar: Aspectos da fermentação, efeito de aditivos e valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar para bovinos, São Carlos, 23 de novembro de 2004. / Editor André de Faria Pedroso. – São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.
107p. ; 21 cm.

ISBN: 85-86764-06-X

1. Forrageira – Conservação de forrageira; Valor nutritivo; Cana-de-Açúcar.
2. Congresso. I. Pedroso, A. de, Ed. II. Título.

CDD 633.202

2. Considerações finais

Finalizando, vemos que o processo de produção tem correlação direta e alta com a atividade metabólica da cepa que será adicionada à forragem, determinando também a estabilidade do produto final, interferindo no número de bactérias que estarão sendo adicionadas à forragem. A pureza do produto também sofre influência desse processo, sendo que, a garantia do produto final depende de um processo seguro e muito bem controlado.

Assim, a obtenção de uma cepa específica é apenas uma pequena parte de um longo processo, para se chegar a um produto comercial eficiente.

Alguns sachês de cada partida são mantidos durante anos nos laboratórios da Lallemand, de forma a atender a análises, por período de tempo além das regras de ISO estabelecidas. Cada lote produzido recebe um certificado de conformidade, com os resultados resumidos das análises do controle de qualidade.



O ponto crítico dessa etapa, de elaboração de um produto comercial, é a proteção contra umidade, temperatura e ação do oxigênio, além de assegurar qualidade nas informações prestadas ao consumidor final.

Apresentação

Wilson Roberto Soares Mattos¹

A cana-de-açúcar é uma gramínea de porte elevado, originária da Ásia, e sua utilização pelo homem data de épocas muito remotas. Admite-se que tenha sido introduzida na área mediterrânea da Europa por volta do ano 636 da era cristã, levada pelos árabes, que dominaram a região por longo período. A partir do século 14, o açúcar era considerado gênero alimentício de luxo na Europa, por ser raro, e usado na fabricação de remédios e na dieta de doentes.

A cana sempre foi considerada uma cultura adequada para suplementação alimentar porque é colhida na época da seca, no Brasil Central, período em que está madura, contém teor elevado de sacarose e não perde, como as demais plantas forrageiras, valor nutritivo com a maturidade. Além desses aspectos, técnicas de manejo de canaviais para alimentação animal e o uso de variedades precoces, normais e tardias, possibilitam a obtenção de cana madura de abril até dezembro, facilitando a programação do seu fornecimento. Simulações indicam que a cana-de-açúcar é uma das opções mais interessantes para minimizar o custo de rações e maximizar a receita líquida na produção de bovinos.

Pelos motivos expostos, dizia-se que não havia vantagens em ensilar a cana, pois a técnica exigia trabalho concentrado e as máquinas não eram adequadas. Essa concepção estava também fundamentada no fato de que trabalhos de pesquisa indicavam que a qualidade das silagens era baixa. Estudos realizados no passado indicaram que a cana ensilada apresentava baixo consumo, e o uso de aditivos da época não solucionou o problema, pois o desempenho de animais alimentados com silagem era inferior ao dos que receberam cana não ensilada.

¹ Professor Doutor do Departamento de Zootecnia – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP

Entretanto, admite-se que em várias situações, tais como, quando se deseja preservar a cana em seu estágio de valor nutritivo mais elevado, quando se utilizam grandes quantidades de cana, no aproveitamento de sobras, quando a cana é queimada, na colheita de grandes talhões em curto período e para se ter maior facilidade operacional, a ensilagem pode se constituir numa técnica recomendável para fazendas de criação de bovinos em confinamento.

A perda de valor nutritivo da cana ensilada tem sido atribuída ao desenvolvimento de leveduras, que promovem intensa fermentação alcoólica e o consumo de grande parte dos açúcares da forragem. Entretanto, trabalhos mais recentes mostraram que alguns aditivos são capazes de reduzir a produção de etanol e de melhorar significativamente o valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar, fato que pode transformar esse recurso forrageiro em instrumento muito valioso para os produtores. Esta publicação contém informações recentes, básicas e aplicadas, sobre o uso de silagem de cana na alimentação de bovinos. Os seis tópicos escolhidos pelos editores são extremamente pertinentes às necessidades atuais dos produtores e foram abordados com profundidade pelos respectivos autores. Parabenizo os organizadores desse evento e a Embrapa Pecuária Sudeste por mais esta realização em prol da comunidade.

Piracicaba, 26 de abril de 2005.

- Embalagem e comercialização

Após as etapas de produção, o produto passa para a fase de embalagem. O processo de embalagem também é realizado sob condições de atmosfera controlada. Os produtos da Lallemand são embalados em sachês de polietileno e folha de alumínio, escolhidos pela sua propriedade de proteger as bactérias, e o produto como um todo, da ação do oxigênio, do calor, da luz e da umidade, sendo muito mais eficazes do que potes.

A data de produção e o número da partida são impressos no sachê e duas etiquetas são coladas no produto. Uma etiqueta é afixada na frente, aonde encontra-se a descrição do produto e a sua indicação. Outra etiqueta vai no verso, indicando o período de garantia, as instruções de uso, as informações de segurança, a validade, as informações de registro, o peso líquido e os endereços da Lallemand ou do seu distribuidor. Os sachês são embalados (cinco ou dez unidades, dependendo do produto) em caixas confeccionadas em poliestireno e folha de alumínio, para proteger contra mudanças de temperatura durante o transporte e a estocagem. Essa forma de embalar os produtos fornece proteção muito boa contra possíveis variações de temperatura que ocorrem comumente em nosso País, assim como protege de temperaturas altas com mais efetividade.

ainda em condições controladas de atmosfera e em ambiente asséptico. Nesse momento, os grandes desafios são, manter a esterilidade e a homogeneidade do produto, assim como os níveis mínimos de umidade determinados.



A etapa seguinte é a de quarentena e de medidas relacionadas ao controle de qualidade. Nesse estágio, ocorre a determinação de água ativa no produto, a cultura e contagem diferenciada das células bacterianas vivas e avaliação de atividade enzimática, quando for o caso. Se não atender aos parâmetros estabelecidos pelo controle de qualidade o produto é destruído.

Nova! CONFIMENTA



Rotor replicador de 8 facas fixas com perfurace passantes e corte frontal transversal.



Alfador de facas com eixo deslizando em aço inox acoplado à máquina.



Mudança de corte por polias e correias (tamanho do partilhado: 5, 8 e 12 mm).
Contro-faca regulável independentemente.



Tira de segurança.



Alimentação manual: Bica de entrada por esteira transportadora de borracha.



Alimentação manual: Bica de entrada por roletes.



Posição de transporte.



Se a cana tombar, não deixa sua lucratividade cair.

A NOVA CONFIMENTA vem atender aos grandes e médios pecuaristas de gado de corte ou gado de leite, que utilizam cana-de-açúcar, capim napier, milho e sorgo no trato diário ou para silagem. Ideal para picar cana-de-açúcar entrelaçada ou tombada pelo vento, a NOVA CONFIMENTA com alimentação manual por esteiras ou roletes garante alta produtividade e no tamanho do partilhado uniforme, com produção de 20 a 30 ton/hora.

**Nova!
CONFIMENTA**

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Número de rolos	4
Trator	65 cv
Produção nominal	20 a 30 ton/hora
Nº de facas do rotor	8
Rotação na tomada de força	540 rpm
Rotação do rotor	1350 rpm
Opções de corte	5, 8 e 12 mm
Peso da máquina	960 Kg



MENTA MIT MÁQUINAS AGRÍCOLAS LTDA.
Rua Barão do Rio Branco, 575 • C.P.: 08 • CEP 14240-000 • Cajuru • SP
Tel.: (16) 3667-9000 • Fax: (16) 3667-3131
www.mentamit.com.br • e-mail: mentamit@mentamit.com.br

Sumário

Silagem de cana-de-açúcar: características da fermentação e aditivos para controle da produção de etanol	7
André de Faria Pedroso	
Experiência da Unesp/Jaboticabal na ensilagem da cana-de-açúcar	27
Ricardo Andrade Reis	
Gustavo Rezende Siqueira	
Thiago Fernandes Bernardes	
A experiência da Universidade Federal de Lavras com a ensilagem de cana-de-açúcar	51
Antonio Ricardo Evagelista	
Pedro Nelson Cesar do Amaral	
Alex Carvalho de Andrade	
Balanceamento de rações com silagem de cana-de-açúcar para bovinos	67
Luiz Gustavo Nussio	
Patrick Schmidt	
Silagem de cana-de-açúcar no confinamento comercial de bovinos	85
Marco Antonio Alvares Balsalobre	
Rafael Zonzini Matthes da Costa	
Luiz Gustavo Nussio	
Patricia Menezes Santos	
Produção industrial de inoculantes microbiológicos de silagem	97
Paulo Roberto A. Soeiro	

conter uma única célula de microrganismos diferentes no meio, o que poderia por a perder todo o processo. Nesses bio-reatores, a temperatura, a pressão de oxigênio, o pH, e os níveis de açúcares, entre outros fatores, são monitorados via computador e regulados automaticamente. Esses índices, assim como o tempo necessário para a coleta do material, variam de acordo com a cepa que esta sendo produzida. O tempo necessário para essa etapa varia de um a dois dias, dependendo da cepa com a qual se está trabalhando. Os pontos críticos desta etapa são, a manutenção da esterilidade, fazendo com que apenas as cepas inoculadas estejam presentes na cultura, a obtenção de bons níveis de multiplicação com material viável, de forma a reduzir os custos e, também, o tempo em que a coleta será efetuada, já que qualquer erro nessa avaliação pode comprometer a viabilidade das bactéria nas etapas seguintes.

Em seguida, realiza-se o processo de centrifugação, para que o material sólido, composto pelo creme de bactérias, seja separado do líquido. O material é submetido à velocidade que promove a gravidade de 15.000 G, em condições assépticas, sendo o ponto crítico dessa etapa a manutenção das cepas viáveis. Depois do processo de centrifugação, o creme de bactérias passa por um processo de liofilização, utilizando-se temperatura e pressão baixas, e bem específicas, para que se mantenha as cepas em forma viável. O pó formado vai para a etapa seguinte, de mistura, na qual serão adicionados outros compostos, como enzimas e veículo, que formarão o produto final. O tempo de mistura determina a boa homogeneidade da fórmula e essa etapa ocorre

para certificação e garantia de multiplicação da cepa que possui as propriedades desejadas, sendo atualmente usado como processo de rotina no laboratório. O ponto crítico nessa etapa é garantir que a cepa que será multiplicada seja, de fato, aquela que foi validada e manter a pureza total do inóculo durante o processo.



Após a multiplicação nos frascos de fermentação e a validação do inóculo, este é levado aos tanques de fermentação, que são estruturas com capacidade para milhares de litros cúbicos de um meio específico, para que ocorra a multiplicação das cepas. Antes de ocorrer a inoculação para a multiplicação, os fermentadores são totalmente esterelizados, de forma a não

Silagem de cana-de-açúcar: características da fermentação e aditivos para controle da produção de etanol

André de Faria Pedroso¹

A importância da cana-de-açúcar como alimento para bovinos está consolidada em nosso País. A expansão do uso desta planta forrageira tem sido constante, por ser uma cultura que apresenta diversos aspectos favoráveis, como maior facilidade de manejo e menor risco de produção, em relação a outras alternativas para suplementação do gado na seca, como a silagem de milho. A difusão da técnica de correção do teor de proteína (com uréia) e de minerais da cana-de-açúcar e o conhecimento de que esta é a espécie forrageira com maior potencial de produção de massa e energia, por unidade de área, também são fatores que têm estimulado os pecuaristas a utilizarem a cana na alimentação de seus rebanhos. Sabe-se hoje que o ganho de peso diário de animais alimentados com cana-de-açúcar depende basicamente da taxa de inclusão de ingredientes concentrados na dieta.

Na forma tradicional de uso da cana-de-açúcar, a forragem é colhida diariamente e fornecida fresca aos animais, pois tem a capacidade de manter seu valor nutritivo durante os vários meses que compreendem o período da seca e de escassez das pastagens.

¹ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste.- andref@cnpse.embrapa.br

Atualmente, no entanto, observa-se o uso crescente da cana-de-açúcar na forma de silagem, em decorrência da busca por melhor eficiência de colheita e de manejo dos canaviais. A ensilagem tem sido empregada também quando ocorrem sobras ao final da safra, podendo ser ainda utilizada como solução de emergência na ocorrência de incêndios e geadas, para se evitar a perda total da forragem.

Infelizmente, a ensilagem da cana-de-açúcar tem sido realizada em nosso País sem a devida preocupação com os problemas que pode apresentar, levando freqüentemente à obtenção de silagens de baixa qualidade, que limitam o desempenho dos animais com elas alimentados.

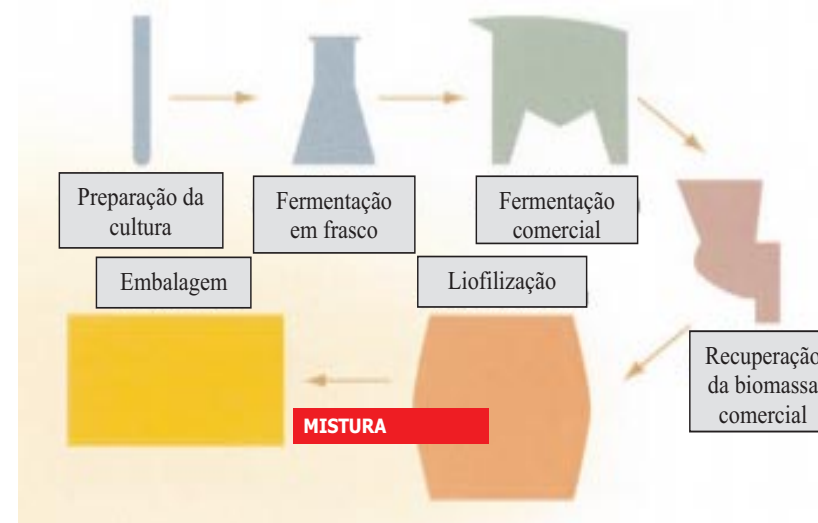
Este artigo descreve trabalhos de pesquisa nos quais se buscou, primeiramente, caracterizar a dinâmica da fermentação e das perdas de compostos nutritivos em silagens de cana-de-açúcar e, em duas etapas subseqüentes, identificar aditivos capazes de inibir o desenvolvimento de leveduras, reduzindo a produção de etanol e as perdas nessas silagens.

1. Microflora epífita e qualidade das silagens

Os microrganismos naturalmente presentes nas plantas forrageiras, chamados em conjunto de microflora epífita, são responsáveis pela fermentação das silagens, afetando também a sua estabilidade aeróbica e a eficiência dos aditivos. O número de microrganismos epífitas é influenciado pelo tipo de forragem, pelo estágio de maturidade das plantas, pelo clima, pelo corte e pelo condicionamento das forrageiras (Lin et al., 1992). Normalmente,

- Produção e multiplicação da cepa escolhida

Após a definição da cepa ou da fórmula que irá compor o produto comercial, passa-se à produção industrial propriamente dita.



O processo industrial possui várias etapas, sendo que primeiramente faz-se a preparação da cultura. As culturas, que estão armazenadas em temperaturas de 80°C negativos, são levadas ao laboratório para os primeiros passos de multiplicação nos frascos de fermentação, em condições de esterilidade total. O inóculo sofre nesta etapa análises que são fundamentais para que se tenha garantia da cepa que será comercializada. Foi desenvolvido pela Lallemand, o controle de cepas por DNA,

As cepas previamente selecionadas podem ter como origem as coleções próprias da Lallemand ou coleções públicas de microrganismos, como por exemplo, do Instituto Pasteur, na França. As coleções avaliadas nessa etapa do processo chegam a ter 2.000 cepas, sendo selecionadas em torno de 200 cepas para investigação mais pormenorizada. Nesse momento, algumas avaliações mais específicas são feitas, para se chegar a um número em torno de 20 cepas, que passarão para a etapa seguinte.

- Seleção e estudo de cepas

As cepas selecionadas nessa etapa do processo sofrerão triagem por meio de análises mais rigorosas. São feitos microsilos, tanto com as cepas como com as fórmulas propostas, e análises do material ensilado são realizadas em diferentes tempos. Análises mais específicas, correlacionadas ao processo de industrialização e manutenção da viabilidade do produto no mercado, também são feitos nessa etapa do processo. Realizadas estas análises, passa-se ao estudo de campo, com as duas ou três melhores cepas ou fórmulas finais a serem avaliadas. Os testes são conduzidos em Institutos com os quais a Lallemand mantém trabalhos de pesquisa em convênio, buscando-se identificar a melhor alternativa para o objetivo procurado.

os microrganismos epífitas encontrados em maior número nas plantas forrageiras, utilizadas para ensilagem, são as leveduras, as enterobactérias e os fungos, que competem com os lactobacilos pelos açúcares durante a ensilagem (Bolsen et al., 1992). Ao contrário das enterobactérias, que são responsáveis pelo abaixamento do pH no início da fase anaeróbia da ensilagem, e portanto têm alguma função benéfica, as leveduras são consideradas extremamente prejudiciais ao processo de conservação, porque não contribuem para a acidificação, causam perdas elevadas de matéria seca (MS) e estão associadas com a deterioração da silagem após a abertura do silo.

Silagens da cana-de-açúcar são caracterizadas pela extensa atividade de leveduras, que podem estar presentes na ordem de 10^6 ufc (unidades formadoras de colônias)/g de forragem. Estes microrganismos convertem os carboidratos solúveis da forragem a etanol, gás carbônico (CO_2) e água, causando perdas excessivas de MS, baixos teores de ácido láctico e aumento no teor de fibra das silagens (Alli et al., 1983). Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético para os bovinos, por meio da conversão a acetato no rúmen (Chalupa et al., 1964), grande parte do etanol é perdido durante a estocagem no silo (Alli et al., 1982) e se estiver presente em alta concentração pode causar rejeição do alimento pelos animais.

A produção do etanol acarreta perda de aproximadamente 49% de MS dos substratos, sendo a reação bioquímica da sua síntese, catalisada pela via fermentativa de leveduras, descrita da seguinte forma (McDonald et al., 1991):



2. Características da fermentação e perdas em silagens de cana-de-açúcar

São escassos os trabalhos de pesquisa realizados no Brasil que procuraram caracterizar o processo fermentativo e as perdas durante a ensilagem da cana-de-açúcar. Andrade et al. (2001) relataram 7,8% de etanol e coeficiente de digestibilidade aparente de 54% da MS em silagens produzidas com cana-de-açúcar colhida aos sete meses de crescimento. Bernardes et al. (2002) constataram teor de 6,9% de etanol na MS de silagem de cana-de-açúcar ensilada aos 12 meses de crescimento. Coan et al. (2002) relataram diminuição no teor de MS, aumento nos constituintes da parede celular, com maiores concentrações de fibra (FDN e FDA) e lignina, e aumento no teor de proteína bruta (PB) da silagem em relação à cana fresca. Molina et al. (2002) estudaram o padrão de fermentação de silagens de cana-de-açúcar, mediante a amostragem das silagens com 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias de conservação, detectando redução no teor de MS da silagem entre o primeiro e o último dia considerados, porém sem detectar diferença nos valores de pH e PB.

Com o objetivo de fornecer um conjunto mais abrangente de informações sobre as mudanças que ocorrem com a forragem, durante a ensilagem da cana-de-açúcar, realizou-se um experimento no qual se procurou caracterizar a dinâmica da fermentação, estabelecendo a variação temporal da concentração

2. Etapas na produção de inoculantes microbiológicos de silagem

A introdução de um inoculante microbiológico de silagem no mercado requer uma série de etapas prévias, que devem culminar em um produto que possa representar uma solução, de fato, para quem irá utilizá-lo. Quatro grandes etapas podem ser destacadas no processo:

- Pesquisa e desenvolvimento;
- Seleção e estudo de cepas;
- Produção e multiplicação da cepa escolhida;
- Embalagem e comercialização.

- Pesquisa e desenvolvimento

Esta etapa compreende a avaliação abrangente, em diversos níveis (bibliografia, processos metabólicos das cepas, processos industriais), de forma a serem identificadas diferentes cepas com as características mais próximas aos objetivos definidos. Nesta etapa, utilizam-se os dados já disponíveis na empresa e que podem, por exemplo, estar relacionados à capacidade da cepa de sobreviver em determinado meio, à capacidade de conversão de substrato em determinados ácidos, à velocidade na produção desses ácidos, etc. Aspectos envolvendo dados relacionados ao processo industrial que a cepa sofrerá também são considerados nesta etapa, já que não adianta ter uma excelente cepa se ela não tiver capacidade de sobrevivência durante o processo. Também se utiliza a literatura internacional, de forma a subsidiar a definição das cepas que passarão ao processo seguinte.

A aplicação de aditivos microbiológicos vem despontando, e tornando-se uma prática importante, para conservação apropriada de silagens, sendo cada vez mais utilizada pelos produtores rurais, em detrimento da opção por aditivos químicos que, muitas vezes, trazem consigo inconvenientes relacionados a problemas de manipulação e conservação, sendo por vezes menos apropriados e resultando em índices zootécnicos limitados.

A possibilidade de se produzir silagens, garantindo aspectos fundamentais, como a conservação adequada dos nutrientes originais da planta, a conservação da silagem por períodos prolongados sem que ocorram perdas de matéria seca, e a manutenção da qualidade da silagem quando da abertura do silo, fazem da utilização de aditivos microbiológicos uma tecnologia capaz de enfrentar os novos desafios.

A atenção na definição da bactéria que será utilizada na inoculação microbiológica é de extrema importância, já que cada microrganismo tem capacidade totalmente diferenciada de produção dos diversos ácidos envolvidos no processo de fermentação, sobrevivem em diferentes PH e têm atuações distintas, conforme for a composição bromatológica do volumoso que está sendo ensilado.

A obtenção de resultados satisfatórios, quando se utiliza um aditivo microbiológico, é fruto de trabalho prévio que envolve muita pesquisa, tecnologia de produção e controles rígidos, que incluem, no caso dos inoculantes produzidos pela Lallemand, até a tipificação de DNA, de forma que o resultado final seja o esperado pelo produtor rural.

dos componentes químicos, da digestibilidade verdadeira *in vitro*, das perdas de MS e o desenvolvimento da microflora epífita nas silagens (Pedroso, 2003).

Nesse trabalho, a cana-de-açúcar (RB83-5486) foi colhida manualmente aos 12 meses de crescimento (23° Brix), picada sem a retirada da palha em uma picadora de forragens modelo estacionário e ensilada em baldes de plástico de 20 litros (minisilos) adaptados com válvulas para eliminação de gases e aparato para quantificação de efluentes. Os minisilos foram mantidos sob temperatura ambiente e amostrados após 1/2, 1, 2, 3, 7, 15, 45, 90, 120 e 180 dias de fermentação. As perdas de MS total, de efluentes e gases, foram avaliadas por gravimetria. Constatou-se que:

a) A concentração de etanol apresentou aumento significativo até o 15º dia após a ensilagem, permanecendo constante do 15º ao 120º dia e decrescendo no período final de estocagem, provavelmente em consequência da volatilização e da perda pela válvula de escape. O maior valor numérico para a concentração do etanol, aproximadamente 8% na MS, ocorreu no 45º dia. A variação temporal da concentração de carboidratos solúveis (CHOs) na silagem mostrou comportamento oposto em relação à do etanol, tendo ocorrido desaparecimento intenso dos açúcares até o 15º dia de ensilagem, totalizando a perda de aproximadamente 68% dos carboidratos presentes na forragem fresca, sendo que a partir desse ponto a concentração de CHOs manteve-se constante até os 180 dias de estocagem (Figura 1).

b) A perda de MS na forma de gases ocorreu até os 45 dias de ensilagem, sendo que entre o 45º e o 180º dia não houve aumento significativo das perdas gasosas, com os valores máximos sendo correspondentes à perda de 15% da MS. A perda total de MS também se estabilizou a partir dos 45 dias, atingindo 30% da MS total da silagem (Figura 2).

c) A quantidade total de efluente produzida foi pequena (20 kg/t de massa verde - MV) e compatível com o teor médio de matéria seca da silagem durante todo o período, que foi de 26% (McDonald et al., 1991). A produção de efluente foi crescente até os 180 dias de conservação, no entanto, a taxa de acúmulo do efluente, que se manteve praticamente constante nos primeiros 90 dias da ensilagem em valores médios de 0,14 kg/t/dia, reduziu-se para 0,07 kg/t/dia, entre 90 e 180 dias de conservação da silagem.

Tendo em vista que, no sétimo dia após o fechamento dos silos, o pH atingiu nível suficientemente baixo para inibir o desenvolvimento bacteriano (Rotz & Muck, 1994), pode-se supor que a perda de MS até o 45º dia ocorreu principalmente como resultado da ação das leveduras, que, no caso das espécies mais comuns em silagens, têm pH ótimo para desenvolvimento entre 3,5 e 6,5 (McDonald et al., 1991). A partir de 45 dias da ensilagem, a ausência de perdas por gases indica que a população de microrganismos presentes na silagem deve ter atingido taxas mínimas de crescimento, ou mesmo que o crescimento cessou.

Produção industrial de inoculantes microbiológicos de silagem

Paulo Roberto A. Soeiro¹

1. Introdução

O uso de silagens vem se tornando uma prática cada vez mais difundida em face dos novos desafios que aparecem nas propriedades rurais, que buscam a produção em maior escala e com baixos custos. Fatores logísticos, o custo da terra e a necessidade de intensificação aparecem como pontos considerados na tomada de decisão pela ensilagem de volumosos, que visa facilitar a administração da propriedade rural e permite rendimento superior.



¹ Lallemand Animal Nutrition - psoeiro@lallemand.com

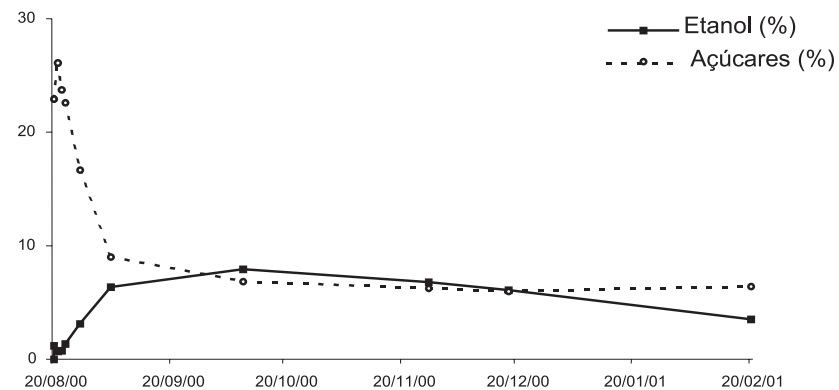


Figura 1. Evolução temporal da concentração (% da matéria seca) de etanol e de carboidratos solúveis em água em silagem de cana-de-açúcar.

Fonte: Pedroso, 2003.

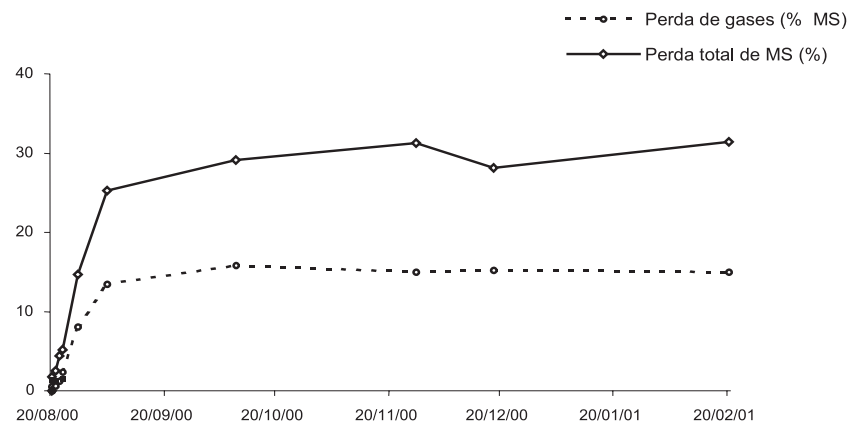


Figura 2. Evolução temporal da perda de gases e da perda total de matéria seca em silagem de cana-de-açúcar.

Fonte: Pedroso, 2003.

Considera-se como um dos princípios básicos da ensilagem que a inibição do desenvolvimento dos microrganismos da silagem ocorre pelo abaixamento do pH ou pela exaustão dos substratos (Rotz & Muck, 1994). Levando-se em conta que o pH da silagem nesse experimento não foi baixo o suficiente para inibição de leveduras e que não houve exaustão dos CHOs, pode-se levantar a hipótese de que o etanol tenha sido o responsável pela “estabilização” da silagem, já que as leveduras podem ser inibidas pelo aumento da concentração de etanol, que afeta a atividade de enzimas glicolíticas (Gutierrez et al, 1991). Driehuis & Wikselaar (2000) concluíram, com base em informações da literatura, que concentrações de etanol, na fase líquida de silagens, entre 1,4 e 5,2% podem ser o suficientes para afetar o desenvolvimento microbiano e contribuir para a preservação das silagens. Portanto, a concentração de etanol na silagem desse experimento, que atingiu 2,3% na fase líquida da forragem, pode ter sido suficiente para a inibição do desenvolvimento das leveduras. Esta hipótese altera o conceito mais comum de que o etanol tem pouca influência no processo fermentativo, advindo do fato de que as silagens normalmente apresentam baixos teores desse álcool.

d) As leveduras atingiram sua maior população no 2º dia após a ensilagem (5,05 log ufc/g de MV), a partir de quando seu número começou a declinar, sendo que aos 15 dias de ensilagem a população chegou a 4,50 log ufc/g de MV, coincidindo com o

Na fazenda São Paulo, o custo da cana-de-açúcar cortada e distribuída foi de R\$ 23,53/t. A silagem de cana-de-açúcar inoculada com Lasil Cana (*Lactobacillus buchneri*) apresentou custo de R\$ 43,97/t (Tabela 9). Apesar do custo 63% mais alto para a silagem de cana, em relação à cana-de-açúcar verde, o custo da dieta foi apenas R\$ 0,08/animal/dia mais alto. Isso indica que os animais que consumiram silagem de cana deveriam ganhar 40 g/dia a mais, para pagar o custo adicional do volumoso. Nesse teste, embora sem análise estatística, o ganho de peso médio foi 122 g superior para os animais do tratamento com silagem de cana, parecendo confirmar os ganhos de peso superiores de animais alimentados com silagem de cana obtidos em trabalhos realizados na ESALQ-USP, e permitindo concluir que a introdução da silagem de cana-de-açúcar foi vantajosa dentro do processo de produção avaliado.

Tabela 9. Custo da silagem de cana-de-açúcar.

Componentes da silagem	Custo (R\$/t)
Cana verde cortada	19,78
Transporte	3,75
Compactação	3,00
Lona	0,50
Inoculante	5,80
Mão-de-obra	0,42
Retirada da silagem	1,50
Total	34,75
Custo da silagem consumida*	43,97

* A diferença entre o peso total da cana ensilada e a quantidade efetivamente fornecida de silagem aos animais, indicou que houve 21% de perdas durante todo o processo de conservação, o que implicou em acréscimo proporcional no custo da silagem consumida.

Tabela 10. Análise bromatológica da cana-de-açúcar antes da ensilagem e da sua silagem.

Análise bromatológica	Cana-de-açúcar fresca	Silagem de cana-de-açúcar
MS (%)	25,9	29,6
PB (% da MS)	3,3	3,1
EE (% da MS)	1,2	1,7
MM (% da MS)	2,6	5,2
ENN (% da MS)	67,8	60,3
FDA %	36,7	46,3
FDN %	57,9	69,4
NDT %	62,0	59,0

MS = Matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; ENN = extrativo não nitrogenado; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; NDT = nutrientes digeríveis totais.

ponto em que não foi mais observado acréscimo na concentração de etanol (Figura 3), indicando que, apesar de estarem presentes, a partir desse ponto as leveduras tiveram seu metabolismo inibido. Dos 45 aos 120 dias após a ensilagem, a população de leveduras permaneceu estável em aproximadamente 2 log ufc/g de MV. O número de leveduras das amostras de silagem retiradas aos 180 dias de estocagem e da cana-de-açúcar fresca esteve abaixo do nível de detecção.

e) A população de bactérias apresentou padrão de desenvolvimento semelhante ao das leveduras (Figura 4). Partindo de uma população inicial de 4,58 log ufc/g de MV, apresentou rápido desenvolvimento até o 3º dia de ensilagem, quando atingiu 7,47 log ufc/g. A partir desse ponto, a população bacteriana sofreu redução acentuada e constante, até atingir a contagem de 3,60 log ufc/g aos 45 dias de conservação, quando a população praticamente estabilizou, apresentando contagem de 3,47 log ufc/g na amostragem referente a 180 dias de ensilagem. Curvas semelhantes de desenvolvimento de leveduras e lactobacilos foram obtidas no trabalho de Alli et al. (1983).

A variação do pH evidencia que o período de acidificação mais acentuada da silagem correspondeu ao período de maior desenvolvimento das bactérias lácticas, ou seja, nos três primeiros dias após a ensilagem (Figura 4). No 3º dia foi atingido pH suficientemente baixo (3,9) para inibir o desenvolvimento da maioria das espécies de bactérias normalmente presentes nas

silagens e, portanto, a população começou a diminuir. Dessa forma, a partir do 3º dia, o pH sofreu reduções pequenas, porém significativas, até o final do período de amostragem. Em outros trabalhos de pesquisa no entanto, a redução do pH foi mais rápida, como no de Bernardes et al. (2002), no qual o pH atingiu 3,49 aos 55 dias, e seu valor final foi mais baixo, como no de Lima et al. (2002) onde o pH foi de 3,39, aos 60 dias após a ensilagem da cana-de-açúcar.

Apesar de ser admitido que as leveduras não são inibidas pelo pH normalmente encontrado nas silagens (McDonald et al., 1991), a coincidência do momento em que o pH atingiu o valor de 3,9 (3º dia) com o momento em que a população de leveduras começou a declinar (Figura 3), sem que tenha havido esgotamento do substrato, nem concentração de etanol suficientemente alta para inibi-las, sugere que esse nível de pH foi suficiente para causar algum efeito negativo sobre a população desses microrganismos.

f) A digestibilidade inicial da cana-de-açúcar, que era semelhante à de variedades que têm sido recomendadas para alimentação de bovinos (Rodrigues et al., 2001), sofreu redução de 25% até o 45º dia de estocagem, sendo que após esse período a silagem sofreu redução na digestibilidade de apenas 3,6%, até o 180º dia. O padrão de redução nos valores da digestibilidade refletiu o aumento da concentração de FDN e FDA na MS da silagem, de 42,5% e 38,5%, respectivamente, até o 45º dia, com tendência de estabilização desse ponto até o último dia de

Tabela 7. Peso de entrada, peso final e ganho de peso dos animais que receberam silagem de cana-de-açúcar (ASC) e do lote testemunha (que recebeu cana-de-açúcar fresca).

Tipo de volumoso fornecido	Número de animais	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganho de peso (kg/dia)
Silagem de cana	120	432	520	1,160
Cana fresca	378	443	527	1,038
Média	1494	405	518	1,114

Tabela 8. Variáveis do custo de engorda dos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar.

Índices	
Custo diário da alimentação por animal	R\$ 2,04
Dias para a engorda de 1 @	R\$ 24,47
Custo da alimentação de 1 @ engordada	R\$ 49,91
Custo operacional de 1 cabeça/dia no confinamento	R\$ 0,50
Custo operacional de 1 @ engordada	R\$ 12,23
Custo total da engorda	R\$ 62,14

g/animal/dia, e a conversão alimentar de 10,20 kg de MS/kg de PV. As dietas convencionais, com cana-de-açúcar fresca, propiciaram ganhos na ordem 1.038 g/animal/dia, para os animais que foram abatidos no mesmo período, ou seja, ao término do experimento. A Tabela 7 apresenta o peso e ganho de peso médio dos animais abatidos. A Tabela 8 apresenta o custo da engorda para o lote que recebeu silagem de cana.

Tabela 6. Composição da dieta.

Alimentos	% da MS
Cana-de-açúcar	33,58
Polpa-cítrica	29,48
Casca-de-soja	21,06
Caroço-de-algodão	8,16
Farelo de algodão	6,37
Uréia	0,95
Núcleo mineral	0,40
Total	100

OBS: Dieta com 12,5% de proteína bruta e 71,0% de Nutrientes digeríveis totais (NDT).

amostragem. Os primeiros 15 dias de ensilagem corresponderam ao período no qual a forragem perdeu mais intensamente seu valor nutritivo (21,3%), o que coincidiu com o período de produção de etanol e de perdas de CHOs. Nesse período, a redução aproximada de 13,9 pontos percentuais na concentração de CHOs resultou na perda de 13,4 pontos percentuais na digestibilidade da MS da forragem ensilada.

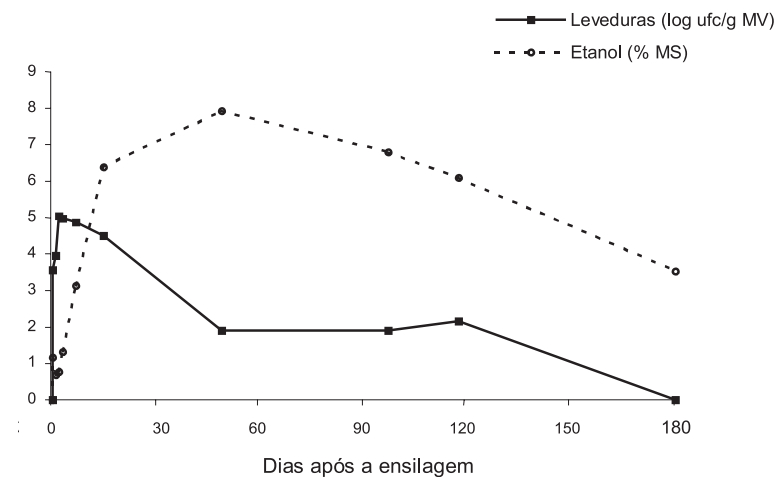


Figura 3. Evolução temporal da população de leveduras (expressa como logaritmo do número de unidades formadoras de colônia por grama de massa verde - log ufc/g MV) e do teor de etanol da silagem de cana-de-açúcar.

Fonte: Pedroso (2003).

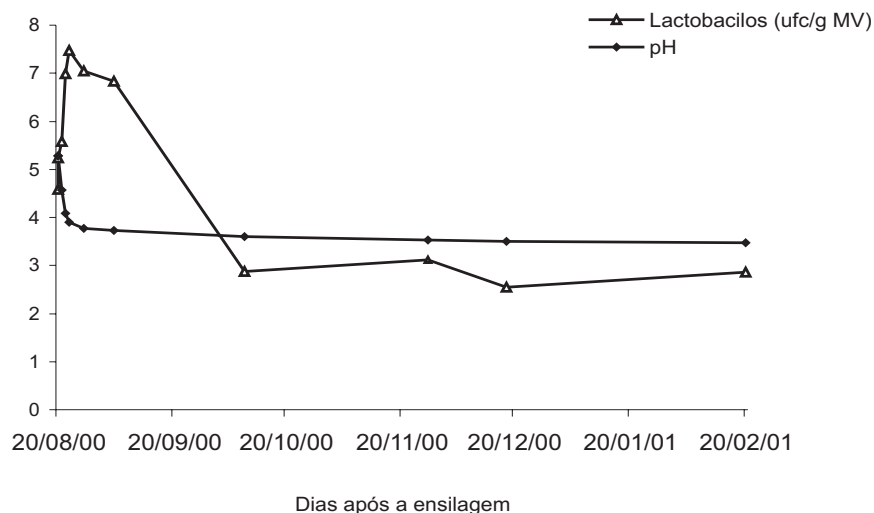


Figura 4. Evolução temporal da população de bactérias homoláticas (expressa como logaritmo do número de unidades formadoras de colônia por grama de massa verde - log ufc/g MV), e do pH da silagem de cana-de-açúcar.

Fonte: Pedroso (2003).

g) As concentrações de lignina, de cinzas, de FDN e de FDA, na MS da silagem, aumentaram com o passar do tempo, em decorrência da perda de nutrientes na forma de gases, e pelo efluente. O teor de PB também apresentou maior concentração na MS a partir do 15º dia de ensilagem, pelo mesmo motivo, no entanto houve diminuição na concentração desse nutriente nos três primeiros dias após o fechamento do silo. Tal fato pode ser

Considera-se que as vantagens da ensilagem da cana-de-açúcar na fazenda São Paulo seriam:

- 1- Disponibilizar áreas para reforma antecipada, ou seja, para preparo e plantio em outubro. Canaviais formados em outubro ("cana de ano") apresentam maior facilidade de corte e podem ser cortadas no mesmo ano agrícola.
- 2- Flexibilizar o planejamento da área de cana, uma vez que o planejamento é feito para que não sobre volumoso e, principalmente, não falte.
- 3- Ter a silagem de cana como um segundo volumoso, para uso estratégico: uso no final do período de confinamento (quando ocorre excesso de chuvas); para mistura com a cana-de-açúcar fresca, ao longo do confinamento, para redução da quantidade de cana a ser cortada diariamente.

Com esse enfoque, foi realizado um teste, que se iniciou com a ensilagem da cana que sobrou do confinamento de 2003. Essa silagem foi então utilizada no confinamento de 120 animais, durante 76 dias (entre 18/06 e 02/09/2004), que foram suplementados com concentrado de mesma composição que o fornecido ao restante dos animais, que receberam cana-de-açúcar colhida diariamente (Tabela 6).

Nesse teste, os animais tratados com silagem de cana-de-açúcar apresentaram consumo de 11,85 kg de matéria seca (MS), para peso médio de 476 kg, consumo esse, considerado alto em relação ao peso (2,49% do peso vivo - PV). O ganho foi de 1.160

Tabela 5. Avaliação econômica de engorda de bovinos entrando em confinamento com quatro faixas de peso, para três tipos de dieta e três diferentes níveis de ganho de peso.

Peso de entrada no confinamento (kg)	Mês de venda	Custo confinamento (R\$/animal)	Custo total (R\$/animal)	Confinamento			Lucro/mês no sistema (%)
				Lucro (R\$/animal)	Lucro/capital (%)	Lucro/mês (%)	
Dieta 3* – 68% de volumoso, para ganho de 950 g/animal /dia							
250	janeiro	---	---	---	---	---	---
300	novembro	511,92	1.083,92	194,08	25,61	3,66	1,71
350	setembro	383,94	1.014,27	245,91	34,01	6,80	2,08
400	agosto	255,96	944,62	298,46	43,36	14,45	2,45
Dieta 5* – 46% de volumoso, para ganho de 1.160 g/animal /dia							
250	novembro	614,74	1.128,41	149,59	19,17	2,74	1,64
300	setembro	491,79	1.063,79	196,39	26,26	5,25	2,02
350	agosto	368,84	999,18	243,90	34,08	8,52	2,22
400	julho	245,90	934,56	284,94	41,70	13,90	2,36
Dieta 8* – 14% de volumoso, para ganho de 1.380 g/animal /dia							
250	outubro	608,70	1.122,36	157,44	20,26	3,38	1,90
300	agosto	486,96	1.058,96	184,12	24,70	6,17	2,06
350	julho	365,22	995,55	223,95	31,38	10,46	2,19
400	junho	243,48	932,15	255,85	37,51	18,76	2,25

* Vide Tabela 1.

Considerações sobre o uso da cana-de-açúcar conservada na forma de silagem em um confinamento comercial

Nos últimos 20 anos, a fazenda São Paulo vem confinando animais com peso ao redor de 350 a 400 kg, utilizando dietas com 35% a 50% de volumoso, por período médio de 100 dias. Atualmente, essa propriedade possui instalações para 3.500 animais, engordando aproximadamente 4.500 animais por ano. Para tal, conta com área de 100 ha de cana-de-açúcar.

creditado à perda de amônia produzida pela ação proteolítica das enzimas das células da forragem, das enterobactérias e de clostridia, que atuam enquanto o pH da silagem não é suficientemente baixo para inibição do processo (McDonald et al., 1991). Quando o pH da silagem atingiu valor inferior a 4,0, a proteólise foi interrompida e as proteínas começaram a se concentrar na MS, provavelmente em decorrência, do consumo de CHOs pelo metabolismo das leveduras.

Concluiu-se, com os resultados desse experimento, que a ensilagem da cana-de-açúcar foi caracterizada pela intensa fermentação alcoólica nos primeiros 15 dias após o fechamento dos silos, o que resultou em perdas excessivas de MS e CHOs, principalmente na forma de gases, causando acúmulo dos componentes da parede celular e perda de 25% na digestibilidade da forragem. Os resultados confirmaram a necessidade de desenvolvimento de métodos de controle da fermentação alcoólica, para a viabilização do uso de silagens de cana-de-açúcar, e que isto implica a necessidade de inibição do desenvolvimento das leveduras desde a fase inicial da ensilagem.

3. Aditivos químicos na ensilagem da cana-de-açúcar

Tendo em vista a necessidade de identificação de aditivos capazes de controlar o desenvolvimento de leveduras em silagens de cana-de-açúcar, realizou-se um experimento no qual cinco aditivos químicos e dois inoculantes bacterianos foram avaliados quanto à eficiência no controle da produção de etanol e na

redução das perdas nas silagens (Pedroso, 2003). Os aditivos foram diluídos em água, e aplicados nas seguintes doses (em relação ao peso da forragem fresca): uréia (0,5%; 1,0%; 1,5%), NaOH (1%; 2%; 3%), propionato de cálcio (0,015%; 0,1%; 0,2%), benzoato de sódio (0,05%; 0,1%; 0,2%), sorbato de potássio (0,015%; 0,03%; 0,45%), bactérias homolácticas *L.plantarum* (1×10^6 ufc/g), bactérias heterolácticas *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g) e a combinação de bactérias homolácticas com uréia (0,5 e 1,0%). Observou-se que:

- 1) A silagem controle apresentou 3,8% de etanol e 18,2% de perda total de MS, como média das avaliações feitas aos 90 e 180 dias após a ensilagem.
- 2) Nenhum dos aditivos foi capaz de reduzir significativamente a produção de etanol nas silagens.
- 3) A inoculação com *L. plantarum* triplicou a produção de etanol (12,5%) e levou à maior perda total de MS entre todos os tratamentos (21,5%), como resultado de maiores perdas de gases e efluentes.
- 4) Redução significativa na perda total de MS ocorreu com o uso da uréia (6,6% a 12,2%) e NaOH (11,7% a 12,1%), em relação à silagem sem aditivos.
- 5) A inoculação com *L. buchneri* reduziu a perda total de MS (8,05%), embora com maior produção de efluentes em relação ao controle (22,8 vs 15,1 kg/t de silagem), como a maioria dos demais aditivos.

confinados por menos tempo (os mais pesados). Animais confinados mais leves apresentam custo de produção alto e lucro menor, portanto, maior risco. A rentabilidade de sistemas que confinam animais mais leves e com dietas de maior ganho poderá ser negativa, a depender da variação de preço da carne.

Tabela 3. Valores da arroba, da carne e do boi gordo (500 kg, 54% de rendimento, 18@) em São Paulo, com base no mercado futuro.

Mês	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
R\$/@	64,73	66,00	67,75	69,06	70,01	71,10	71,00	71,00
R\$/18@	1.165,14	1.188,00	1.219,50	1.243,08	1.260,18	1.279,80	1.278,00	1.278,00

Tabela 4. Necessidade de ganho de peso no pasto e valor final de animais entrando no confinamento entre 250 e 400 kg.

Peso de entrada no confinamento (kg)	Necessidade de ganho de arrobas no pasto	Tempo de permanência no pasto (meses)	Custo no período de pastejo (R\$/animal)	Custo final na entrada do confinamento (R\$/animal)
250	2,33	5	81,67	513,67
300	4,00	8	140,00	572,00
350	5,67	11	198,33	630,33
400	7,33	15	256,67	688,67

Com dietas de maior proporção de concentrado, o custo da arroba engordada é mais baixo e a necessidade de área para produção de volumosos é menor. Sendo a opção por dietas com alto teor de concentrado a mais indicada, a importância da qualidade do volumoso se torna cada vez menor. Entretanto, vem acontecendo um erro na análise econômica de confinamentos. Ocorre que nem sempre o sistema mais rentável é aquele em que o custo da arroba engordada é o mais baixo. Considerando que o confinamento é uma alternativa para reduzir o problema de estacionalidade de produção, em propriedades com elevadas taxas de lotação no Brasil Central, deve-se iniciar a adoção dessa técnica no mês de maio. Utilizando-se dietas com maior proporção de concentrado, os ganhos de peso são mais altos. Desse modo, para aproveitar os preços mais elevados da carne após outubro, deve-se confinar animais mais leves, que permanecerão por mais tempo no confinamento para atingir o peso de abate. Portanto, o custo médio das arrobos engordadas no sistema como um todo (pasto/confinamento) será mais elevado e a rentabilidade menor.

A simulação a seguir foi feita com base nos valores previstos na bolsa de futuros para a arroba do boi gordo de maio a dezembro de 2004, em São Paulo (Tabela 3). Foram considerados pesos entre 250 e 400 kg para a entrada dos animais em confinamento e custo de R\$ 432,00/animal para a compra de bezerros de 180 kg. A Tabela 4 apresenta o custo de produção desses animais no pasto e o valor final na entrada no confinamento.

Na Tabela 5, nota-se que o lucro por animal, dentro do sistema de produção como um todo, é maior para animais que são

Tendo em vista os efeitos diversos dos aditivos sobre a qualidade das silagens, observados no experimento anteriormente relatado, a uréia, o benzoato de sódio e inoculantes contendo *L. buchneri* e *L. plantarum* foram avaliados em outro ensaio de laboratório, onde também se estudou seus efeitos sobre a estabilidade aeróbia das silagens (Pedroso, 2003). Nesse trabalho, confirmou-se a observação anterior de que a inoculação com *L. plantarum* pode ser prejudicial ao processo de fermentação, constatando-se novamente elevação na produção de etanol e redução no valor nutritivo da silagem com o uso dessas bactérias homoláticas. A aplicação do benzoato de sódio (0,1%), do sorbato de potássio (0,03%), da uréia (0,5%) e do *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g de forragem) reduziu significativamente a produção de etanol, em relação ao controle (3,2%; 2,9%; 2,5%; 1,9% e 4,1%, respectivamente), no entanto, apenas o benzoato e o *L. buchneri* elevaram significativamente a estabilidade aeróbia das silagens (Figura 5).

O efeito desses aditivos sobre os valores médios de alguns parâmetros, obtidos durante os dois experimentos aqui relatados, podem ser vistos na Tabela 1.

Deve ser ressaltado que, apesar dos efeitos positivos que o uso do hidróxido de sódio possa apresentar na ensilagem da cana, sua utilização nas fazendas tem sofrido restrições, em razão dos riscos inerentes à sua manipulação, à vida útil das máquinas e ao ambiente.

Tabela 1. Valores médios de alguns parâmetros observados, em dois experimentos, com o uso de ativos químicos e inoculantes bacterianos em silagens de cana-de-açúcar.

Silagem	pH	Etanol (% da MS)	Perda total de MS ¹ (%)
Sem aditivo	3,67	5,3	18,7
Uréia (0,5%)	3,74	3,3	12,4
Benzoato (0,1%)	3,68	2,9	13,7
Sorbato (0,03%)	3,68	2,4	11,4
<i>L. buchneri</i> ²	3,59	1,9	6,6
<i>L. plantarum</i>	3,57	8,7	14,6

¹ MS = matéria seca.

² (3,64 x 10⁵ ufc/g de forragem).

Fonte: Pedroso, 2003.

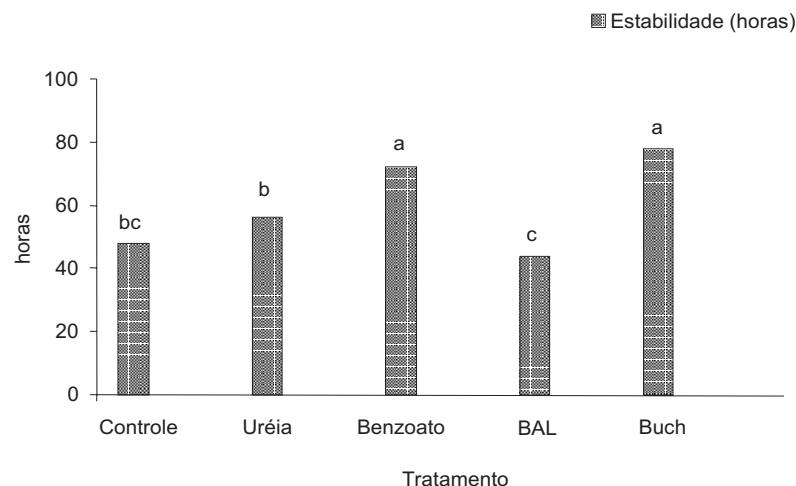


Figura 5. Estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com uréia, benzoato de sódio e inoculantes contendo *L. plantarum* (BAL) e *L. buchneri* (Buch).

* Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

Fonte: Pedroso (2003).

pelo menos, o dobro. Como a cana-de-açúcar apresenta o menor custo por unidade de energia, até mesmo os grandes confinamentos tentam dominar o uso desse recurso forrageiro, apesar dos riscos envolvidos no processo.

Tabela 2. Necessidade de área de cana-de-açúcar para alimentar 1.000 animais durante 100 dias.

Dieta*	Volumoso (% da MS)	Volumoso kg /animal /dia	Volumoso t /1.000 animais/dia	Volumoso t/1.000 animais/100 dias	Área (ha)
3	67,6	20,3	20,3	2.027,2	25,3
5	46,2	13,9	13,9	1.384,6	17,3
8	14,0	4,2	4,2	420,8	5,3

* Vide Tabela 1.

OBS: Considerando a produção de 80 t/ha de cana-de-açúcar (média de 5 cortes).

A dificuldade no uso de grandes áreas não resulta apenas da sua condução agrícola, mas também do manejo do elevado volume de forragem que deve ser feito diariamente (correspondente a, aproximadamente, 200 t de cana-de-açúcar, no caso da alimentação de 10.000 animais, com a dieta 3 do exemplo anterior). Sabemos que áreas de cana estão sujeitas ao acamamento, ao fogo e a outras intempéries, porém o mais grave são as dificuldades encontradas no corte mecânico, decorrentes principalmente da qualidade insatisfatória das máquinas forrageiras.

Confinamentos com menor proporção de volumosos viabilizam grandes rebanhos por questões de logística. A Tabela 2 apresenta a necessidade de área de cana-de-açúcar para três dietas, entre as nove apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Custo da arroba engordada em confinamento, utilizando-se dietas com diferentes relações volumoso: concentrado.

Dieta	Volumoso (% da MS)	Concentrado (% da MS)	GPD (kg/animal/dia)	Alimento (R\$/animal/dia)	Custo total (R\$/animal/dia)	Dias para 1@	R\$/@
1	86,0	14,0	0,73	1,51	2,01	37,96	76,11
2	78,3	21,7	0,83	1,70	2,20	33,6	73,81
3	67,6	32,4	0,95	1,93	2,43	29,2	71,10
4	56,9	43,1	1,06	2,15	2,65	26,2	69,43
5	46,2	53,8	1,16	2,35	2,85	24,0	68,44
6	35,5	64,5	1,24	2,54	3,04	22,4	67,92
7	24,7	75,3	1,32	2,71	3,21	21,1	67,73
8	14,0	86,0	1,38	2,86	3,36	20,2	67,81
9	10,5	89,5	1,39	2,91	3,41	19,9	67,89

MS = matéria seca; GPD = ganho de peso vivo diário.

OBS: Para essa simulação foram utilizados os alimentos: milho, farelo de soja, uréia, núcleo mineral e cana-de-açúcar. O rendimento de carcaça considerado foi de 54%.

A necessidade de área de volumoso é aumentada em grandes confinamentos. Diante da Tabela 2, é possível concluir que a área de cana necessária para alimentar 10.000 animais seria de 253 ha, para a dieta de maior proporção de volumoso, e de 53 ha para a de menor proporção de volumoso. Caso fosse utilizado volumoso de menor produtividade (ex: silagem de milho) essas áreas seriam,

4. Conclusões

Aditivos são capazes de reduzir as perdas de matéria seca e de valor nutritivo na ensilagem da cana-de-açúcar, aumentando também a sua estabilidade aeróbia.

A tomada de decisão pelo aditivo adequado é fundamental, do contrário existe a possibilidade de se obter efeitos opostos ao desejado, podendo ocorrer aumento da produção de etanol e da perda de valor nutritivo durante a estocagem da silagem.

Alguns aditivos são eficientes em poupar carboidratos solúveis durante a fase de fermentação, mas resultam em silagens menos estáveis quando expostas ao ar, indicando que a escolha de aditivos deve considerar a conservação de nutrientes, desde a fase de fechamento dos silo até a oferta da silagem aos animais.

Referências bibliográficas

ANDRADE, J.B.; JÚNIOR, E.F.; POSSENTI, R.A.; LEINZ, F.F.; BIANCHINI, D.; RODRIGUES, C.F.C. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com uréia e adicionada de rolão de milho (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

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

BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; ITURRINO, R.P.S. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A.M.; AIMUTIS, W.R.; URBAN, J.E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p.3066-3083, 1992.

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.

COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MORENO, T.T.B.; MOREIRA, A.L. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

DRIEHUIS, F.; WIKSELAAR, P.G. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage. **Journal of Science of Food and Agriculture**. v.80, p. 711-718, 2000.

GUTIERRES, L.E.; AMORIM, H.V.; BASSO, L.C. Inibidores da fermentação alcoólica. **STAB**, p. 24-30, jul./ago.1991.

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 ou farelo de soja (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

Silagem de cana-de-açúcar no confinamento comercial de bovinos

Marco Antonio Alvares Balsalobre¹

Rafael Zonzini Matthes da Costa²

Luiz Gustavo Nussio³

Patrícia Menezes Santos⁴

O número de animais confinados no Brasil vem aumentando de forma constante. Estima-se que atualmente 2,5 milhões de animais sejam confinados por ano no País. Ao mesmo tempo que cresce o número de animais confinados, o número de grandes confinamentos também tem aumentado. No ano de 2004 foram instalados vários confinamentos com capacidade para mais de 20.000 animais, sendo que alguns passaram de 50.000 animais.

A viabilidade de grandes confinamentos só é possível com a menor inclusão de volumosos nas dietas. Em razão das combinações de preços atuais dos fatores de produção dos volumosos (fertilizantes, inseticidas, herbicidas, mão-de-obra, etc.) e dos alimentos concentrados, as dietas com alta inclusão de concentrados têm produzido arrobas engordadas de menor custo (Tabela 1).

¹ Bellman Nutrição Animal Ltda - marcobalsalobre@bellman.com.br

² Fazenda São Paulo

³ ESALQ/USP, Depto de Zootecnia - nussio@esalq.usp.br

⁴ Embrapa Pecuária Sudeste - patricia@cnpse.embrapa.br

LIN, C.; BOLSEN, K.K.; HART, R.A.; DICKERSON, J.T.; FEYERHERM, A.M.; AIMUTIS, W.R. Epiphytic microflora on alfalfa and whole-plant corn. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2484-2493, 1992.

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

MOLINA, L.R.; FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; CASTRO NETO, A.G.; RODRIGUES, N.M. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes tratamentos (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

PEDROSO, A.F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem 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.

RODRIGUES, A.A.; CRUZ, GERALDEO M.C.; BATISTA, L.A.R.; LANDELL, M. G.A.; Qualidade de dezoito variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1111-1112.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. p.828-868.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Piracicaba, 2003. 122p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2003.

PEDROSO, A.F.; SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G. Silagem de cana-de-açúcar no confinamento de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., FEALQ: USP/ESALQ, 2004, p. 243-261.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; RIBEIRO, J.L. et al. Performance of beef bulls fed sugarcane silage (*Saccharum officinarum* L.) treated with *Lactobacillus buchneri*. In: WORLD CONFERENCE IN ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. **Anais...** Porto Alegre: WCAP, CD-ROM, 2003.

SCHMIDT, P., NUSSIO, L.G., SANTOS, M.C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, CD ROM, 2004.

DURIX, A.; JEAN-BLAIN, C.; SALLMANN, H.P. et al. Use of a semicontinuous culture system (RUSITEC) to study the metabolism of ethanol in the rumen and its effects on ruminal digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, p.115-123, 1991.

JUNQUEIRA, M. C., NUSSIO, L. G, ZOPOLLATTO, M.; et al. Desempenho de novilhas da raça Holandesa ou Holandês x Jersey recebendo silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ou níveis de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande:SBZ, CD ROM, 2004.

LIMA, M.L.M. **Análise comparativa da efetividade de volumosos e subprodutos**. Piracicaba, 2003. 118p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2003.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington: National Academy of Science. 2001, 157p.

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., Maringá, 2004. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 01-33.

A experiência da Unesp de Jaboticabal na ensilagem da cana-de-açúcar

Ricardo Andrade Reis¹
Gustavo Rezende Siqueira²
Thiago Fernandes Bernardes³

1. Introdução

A utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro para a minimização dos efeitos da entressafra das pastagens vêm crescendo ano a ano. O dogma de ser considerado um volumoso restrito a animais de baixo potencial produtivo, quer seja para leite ou carne, preconizado por pesquisadores e técnicos nas décadas de 70 e 80, vem sendo substancialmente renegado. Encontravam-se na literatura citações taxando a utilização da cana-de-açúcar para vacas com produção de até 10 kg leite/dia. Atualmente, trabalhos de pesquisa e experiências práticas mostram que a cana-de-açúcar pode e deve ser utilizada para animais de alta produção. Vale lembrar que suas limitações nutricionais, principalmente o conteúdo de proteína e minerais devem ser considerados na formulação da ração.

¹ Prof. Adjunto da FCAV/UNESP-Jaboticabal, SP, bolsista CNPq - rareis@fcav.unesp.br

² Mestrando da FCAV/UNESP-Jaboticabal, SP, bolsista CNPq - siqueiragr@yahoo.com.br;

³ Prof. Bolsista e Doutorando da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP, bolsistaCNPq -tfbernardes@yahoo.com

A utilização clássica da cana-de-açúcar é na forma *in natura*, cortada e picada diariamente para oferecer aos animais. Em grandes rebanhos, essa técnica torna-se o maior empecilho para utilização deste volumoso, pois os produtores alegam dificuldades de logística para realização do corte diário. Apesar de apresentar baixo risco agrônômico, quando comparada à cultura do milho, que necessita de índices edafoclimáticos mais elevados, o fogo acidental representa alto risco, pois inviabiliza a manutenção do canavial na forma de capineira para ser utilizado no período de escassez de forragem.

A partir deste cenário, onde há demanda crescente para utilização da cana-de-açúcar e necessidade de soluções para seus entraves, houve retomada de pesquisas avaliando a ensilagem da cana-de-açúcar. No entanto, a ensilagem da cana-de-açúcar apresenta algumas peculiaridades, como fermentação alcoólica, perdas expressivas de matéria seca durante a fermentação e redução do valor alimentício.

Estudos para contornar os entraves na ensilagem da cana-de-açúcar vêm sendo realizados nas mais diversas instituições de pesquisa do Brasil, sendo que as mais atuantes nessa linha de pesquisa estarão presentes neste evento, com o objetivo de traçar metas para solucionar os problemas mais pertinentes. Essa revisão busca apresentar as experiências adquiridas pela UNESP-Jaboticabal na ensilagem da cana-de-açúcar.

Conforme esperado, a cana fresca colhida mecanicamente foi o volumoso de menor custo, e que produz a arroba mais barata, dentre as forragens comparadas. A opção pela ensilagem ou pelo fornecimento de cana fresca deve levar em consideração a elevação nos custos, o ganho em operacionalidade, a logística e a redução de riscos agrícolas na propriedade, proporcionados pela conservação desse volumoso.

4. Conclusões

A adequação da formulação de rações para bovinos, usando silagens de cana-de-açúcar como principal ingrediente volumoso, tem permitido a obtenção de desempenhos satisfatórios dos animais, inclusive em categorias de elevada exigência nutricional.

Para rações baseadas em silagem de cana, a consideração da contribuição energética dos produtos de fermentação, bem como do efeito desses produtos sobre o consumo de MS, é fator de extrema importância e, via de regra, negligenciado pelos programas de formulação.

5. 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.

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.

relativo à aditivação, resulta no menor custo da tonelada de MS, dentre as silagens avaliadas. Entretanto, em função do menor valor nutritivo e do consumo de MS ser 10% inferior ao da cana fresca, a silagem de cana sem aditivos produz a arroba com custo relativo mais elevado.

A aditivação com 1% de uréia na MV da cana produz o volumoso de maior custo, em função do elevado preço atual da uréia (R\$ 1030,00/t). Contudo o benefício na elevação do teor protéico da silagem, considerando-se 70% de recuperação de N, proporciona uma arroba ligeiramente mais barata do que com o uso da silagem aditivada com benzoato de sódio. Para ambas, considerou-se redução de 5% no consumo de MS, em relação ao da cana fresca. Entretanto, alguns dados sugerem que essa redução possa superar 10%. Embora apresentem custos/@ e valor nutritivo semelhantes, o custo da mão-de-obra na aplicação de uréia na ensilagem, em função da maior dosagem de aplicação, em relação à aplicação de benzoato de sódio, deve ser considerado.

A silagem aditivada com *L. buchneri*, que se destaca por reduzir de forma marcante as perdas fermentativas de MS na silagem de cana-de-açúcar, propicia o custo mais favorável dentre as silagens aditivadas, por unidade de MS e por arroba. O custo estimado para produzir uma arroba foi elevado em 19%, em relação à cana fresca. Em ensaios em andamento no Depto. de Zootecnia da USP-ESALQ (Mari et al., dados não publicados, e Queiroz et al., dados não publicados), não tem sido observada redução no consumo de MS de rações contendo essa silagem, em relação a rações similares contendo cana fresca.

2. Ensilagem da cana-de-açúcar

A decisão por ensilar a cana-de-açúcar deve ser baseada não só em princípios nutricionais, mas também em fatores econômicos e logísticos. As ponderações devem ser feitas no âmbito macroeconômico-logístico, com inferências sobre as desvantagens e as vantagens do sistema de produção como um todo e não fixando-se apenas em um dos setores produtivos da fazenda.

Uma vez constatada a necessidade de ensilar a cana-de-açúcar, torna-se necessário o conhecimento de suas particularidades, a começar pela escolha da cultivar, que deve atender aos critérios propostos por pesquisadores que utilizam cana-de-açúcar para alimentação animal *in natura*, que são: resistência ao tombamento, alta relação entre os teores de açúcar e fibras (pol/FDN), fácil despalhamento e FDN de digestibilidade satisfatória. É relevante ressaltar que algumas dessas características devem ser priorizadas quando a decisão for pela ensilagem da cana. Cultivares com boa resistência ao tombamento devem ser preferidas, pois se o canavial estiver tombado a utilização de máquinas colhedoras fica inviabilizada. A presença excessiva de palha também se constitui em outro fator que, além de deprimir o valor nutritivo (VN) da silagem, dificulta a colheita mecanizada.

3. Máquinas para ensilagem da cana-de-açúcar

Como já foi discutido, talvez a principal justificativa para ensilar a cana-de-açúcar seja o corte diário, principalmente quando este é manual. Para tanto, deve-se preferir a colheita mecanizada

em relação ao corte manual, quer seja para oferta *in natura* ou para confecção de silagem, sendo nessa última opção primordial ao sucesso econômico do processo.

Máquinas para colher cana-de-açúcar em escala industrial são cada vez mais sofisticadas e apresentam bom rendimento, porém, são conjuntos que exigem grande potência do trator, são caros caros e podem ser ineficientes quanto ao corte, rendimento e capacidade de colheita.

O corte dos conjuntos motomecanizados pode ser considerado o gargalo do sistema de confecção de silagens, quando analisamos o processo até a forragem chegar no silo. A rebrota da cana-de-açúcar é dependente do resíduo pós-colheita. Quando é deixado no campo resíduo acima do nível do solo, a rebrota vai ser condicionada em função deste resíduo, diminuindo a persistência do canavial e dificultando a colheita subsequente. Alguns produtores têm adotado como medida profilática o repasse, que consiste na poda manual do resíduo após o corte mecânico. Essa técnica tem apresentado bons resultados, porém a sua avaliação econômica muitas vezes é renegada pelo produtor.

Além de poder considerar o resíduo pós-colheita como perda quantitativa e qualitativa, pois a cana-de-açúcar, ao contrário das gramíneas em geral, apresenta elevado VN na sua porção inferior, as perdas de colmos são pronunciadas durante o processo de colheita, por causa da ineficiência das máquinas colhedoras, aliada à falta de treinamento dos operadores e ao uso de cultivares que apresentam tombamento, reduzindo a eficiência energética do sistema.

Tabela 5. Variáveis de custo associadas à inclusão de aditivos em silagens de cana-de-açúcar e ao uso da cana-de-açúcar fresca.

Variáveis	Volumoso				
	Cana fresca	Silagem cotrole (s/ aditivos)	Silagem com uréia (1% da MV)	Silag. c/ benzoato de sódio (0,1% da MV)	Silag. c/ <i>L. buchneri</i> (5x10 ⁴ ufc/g de MV)
Perdas					
Perdas na colheita (% da MS)	12	12	12	12	12
Perdas fermentativas (% da MS)	-	26	12	10	8
Perdas no painel do silo (% da MS)	-	4	10	7	7
Perdas no cocho (% da MS)	10	5	5	5	5
Perdas totais (% da MS)	22	47	39	34	32
Risco de perdas no campo ¹	+	-	-	-	-
Logística	-	+	+	+	+
Valor nutritivo ²					
NDT volumoso (% da MS)	60	50	56	56	58
FDN volumoso (% da MS)	57	67	62	60	58
PB volumoso (% da MS)	3,0	3,7	9,5	3,3	3,1
Consumo de MS observado	7,8	7,1	7,5	7,5	7,8
Ganho de peso esperado com ração com 60% de concentrado (kg/dia) ³	1,25	0,90	1,11	1,11	1,22
Custos					
Custo - aditivo (R\$/t de MV)	-	-	10,30	7,50	6,50
Custo final - volumoso (R\$/t de MS)	110,03	202,96	233,72	210,88	202,99
Custo na engorda (R\$/arroba - @)	42,96	61,72	52,70	53,24	51,15
Dias para produzir uma @	24	34	27	27	25

¹ Riscos associados a incêndio, à menor eficiência de práticas agrícolas, à menor longevidade do talhão e ao acamamento.

² Estimativas baseadas em ensaios de desempenho de animais realizados pelo Depto. Zootecnia – USP-ESALQ.

³ Estimativas de desempenho baseadas em ensaios realizados pelo Depto. Zootecnia – USP-ESALQ, e preditas pelo programa do NRC (1996) Gado de Corte para machos castrados com 14 meses de idade e 350 kg de peso vivo; concentrado à base de farelo de algodão, polpa cítrica peletizada, uréia e mistura mineral.

Na Tabela 5 são apresentadas variáveis de perdas, valor nutritivo e custos, relativas à cana-de-açúcar fresca, à silagem de cana sem aditivos (controle) e às silagens de cana aditivada com uréia (1% da MV), benzoato de sódio (0,1% da MV) e *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/g de MV). Os valores adotados para perdas de MS, valor nutritivo e consumo de MS foram obtidos por médias de ensaios desenvolvidos no Depto. de Zootecnia da USP-ESALQ, e por revisão de literatura. O ganho de peso esperado foi obtido usando-se o programa do NRC Gado de corte (1996), alterando-se a composição química do volumoso, e o nível de ingestão verificado em ensaios de desempenho de animais. O custo para aquisição dos aditivos foi atualizado para o mês de setembro/2004, e a estimativa de custo dos volumosos foi determinada usando-se planilhas desenvolvidas pelos Departamentos de Zootecnia e de Economia Agrícola da USP-ESALQ.

Observa-se que, tanto as perdas de MS, quanto o custo da dose do aditivo, influenciam de forma direta o custo do volumoso. Por outro lado, o valor nutritivo, determinante do consumo e do desempenho dos animais, tem maior influência sobre o custo da arroba engordada do que o custo dos volumosos propriamente ditos.

A silagem de cana sem aditivos (controle) apresenta custo 84,5% superior ao da cana fresca, por unidade de MS, em função dos custos de conservação (compactação, manutenção e depreciação do silo, retirada do silo) e das elevadas perdas decorrentes do armazenamento. O fato de não apresentar custo

A inter-relação dos dois fatores relacionados acima, rebrota acima do nível do solo e perdas, é de causa e efeito circular. Quando a poda do resíduo é negligenciada, ele causa aumento das perdas na colheita subsequente e esta perda vai provocar aumento do resíduo. Para tanto, faz-se necessária a evolução das máquinas para colheita de cana-de-açúcar, visando a redução das perdas e do resíduo pós-colheita.

4. Processo fermentativo

O processo fermentativo é dependente de características intrínsecas e extrínsecas da planta a ser ensilada. As principais características intrínsecas são o teor de matéria seca (MS), de carboidratos solúveis (CS) e a capacidade tamponante (CT). A maioria das culturas alternativas apresenta déficit em algumas dessas características, no entanto a cana-de-açúcar possui elevada ensilabilidade.

A ensilabilidade pode ser definida como sendo a capacidade fermentativa (CF) da forragem. Foi proposta por Kaiser et al. (2002), como o resultado da fórmula: $CF = MS + 8 \times (CS/CT)$, na qual a matéria seca é expressa em %, o CS em % da matéria seca (MS) e a CT em e.mg de HCl/100 g de MS.

Na análise conjunta dos resultados de Siqueira (2004), Siqueira et al. (2004a) e Pedroso (2003), que avaliaram a cana-de-açúcar para ensilagem, observa-se valores médios de MS de 34%, de CS de 23% e de PT de 6,5 e.mg de HCl/100 g de MS. Determinando a capacidade fermentativa da cana-de-açúcar, obteve-se como índice o valor de 62. Segundo Oude Elferink

(1999) a CF mínima necessária para obtenção de silagens láticas é de 35. Como pode ser observado, a cana-de-açúcar pode ser considerada uma forrageira de alta ensilabilidade, em vista das suas características intrínsecas. No entanto, essa alta ensilabilidade, baseada primordialmente no elevado teor de carboidratos solúveis, associada à contaminação da forragem por leveduras selvagens, constitui o principal entrave para a ensilagem da cana-de-açúcar, relacionado com o processo fermentativo.

5. Atuação das leveduras na fermentação e na pós-abertura

É importante e desejável que a cana-de-açúcar, no momento da ensilagem, possua alto teor de carboidratos não fibrosos (CNF) basicamente constituídos de sacarose, que é um dissacarídeo formado por glicose + frutose. Durante a fase de anaerobiose, os microrganismos presentes no meio fermentam os CS e produzem ácidos orgânicos. No caso das leveduras, a fermentação vai produzir etanol, gás carbônico, água e ATP. Como se trata de fermentação, não existe cadeia de receptores de elétrons e a geração de energia na forma de ATP é reduzida, sendo produzidos apenas 2 moles de ATP por mol de glicose fermentada.

Vale ressaltar que as leveduras, em diferenciação à maioria dos microrganismos presentes no processo de fermentação das silagens, não são controladas pela redução do pH, podendo ser observado crescimento de leveduras na faixa de pH de 3 a 8 (McDonald et al, 1991). Alli et al. (1983), avaliando o perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar, observaram aumento da população de leveduras de 6,0, no momento da ensilagem, para

influenciadas pelos tratamentos aplicados.

Os resultados obtidos na comparação da silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri*, com a cana fresca, foram superiores ao esperado, uma vez que, teoricamente, poderia ser esperada redução significativa no valor nutritivo da forragem após a ensilagem, em razão das perdas fermentativas. Contudo, o maior consumo de MS das rações com silagem de cana-de-açúcar responde, em parte, pela equivalência na produção de leite. A razão do maior consumo das silagens de cana, em relação à cana fresca, ainda não está completamente esclarecida, mas pode ser devido à menor estabilidade da cana fresca no cocho (ensaio em andamento), em relação à silagem de cana, influenciando positivamente a aceitação dessa forragem pelos animais.

3. Estimativa de custos de aditivação em silagens de cana-de-açúcar

A determinação efetiva do custo:benefício relativo à utilização de um aditivo não é uma tarefa simples, uma vez que vários fatores, como perdas de MS, valor nutritivo da silagem, consumo de MS e desempenho dos animais, estão associados, e são influenciados, pelo aditivo em questão. Fatores como benefício em logística e redução de riscos também devem ser considerados, quando se compara a ensilagem da cana-de-açúcar com o manejo tradicional da cana, em capineira. A dificuldade está em que esses benefícios nem sempre são tangíveis e sua mensuração é subjetiva.

propiciado diferença numérica de 1,1 kg de leite/dia a mais do que as rações baseadas em silagem de cana. Dessa forma, a eficiência de produção foi maior para a ração tradicional, baseada em silagem de milho, em relação às rações compostas com outros volumosos.

Tabela 4. Consumo, produção e composição do leite de vacas holandesas confinadas e alimentadas com diferentes volumosos.

Variáveis	Volumosos				EPM
	Cana fresca	Cana fresca + silagem de milho (50:50)	Silagem de cana	Silagem de milho	
Consumo de MS (kg/dia)	22,32 ^b	23,47 ^a	23,47 ^a	21,58 ^c	0,12
Produção de leite (kg/dia)	24,65	25,19	24,42	25,54	0,75
Produção de leite 4% G * (kg/dia)	22,10	23,02	22,13	24,02	0,73
Eficiência (kg de leite/kg de MS)	1,10 ^b	1,08 ^b	1,04 ^b	1,21 ^a	0,03
Eficiência (kg de leite 4% G/kg de MS)	0,99 ^b	0,99 ^b	0,94 ^b	1,13 ^a	0,03
Gordura (%)	3,34 ^b	3,48 ^{ab}	3,38 ^b	3,61 ^a	0,07
Produção de gordura (kg/dia)	0,82 ^b	0,86 ^{ab}	0,82 ^b	0,92 ^a	0,03
Proteína (%)	3,24	3,22	3,17	3,17	0,04
Produção de proteína (kg/dia)	0,79	0,80	0,76	0,80	0,02
Lactose (%)	4,27	4,26	4,26	4,24	0,05
Produção de lactose (kg/dia)	1,06	1,08	1,05	1,10	0,04
Sólidos totais (%)	11,67	11,79	11,64	11,85	0,15
Produção de sólidos totais (kg/dia)	2,87	2,96	2,84	3,03	0,10
Sólidos não gordurosos - SNG (%)	8,33	8,30	8,25	8,24	0,09
Produção SNG (kg/dia)	2,06	2,10	2,02	2,11	0,07

* Produção de leite corrigido para 4% de gordura.

a, b, c - Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$);

Fonte: Queiroz et al. (dados não publicados).

O teor de gordura do leite, de maneira semelhante, foi maior com a ração de silagem de milho exclusiva ou em mistura com cana fresca. As demais variáveis de composição do leite não foram

7,0 log ufc/g de silagem, após dois dias de fermentação. Comprovadamente, o pH não apresentou efeito inibitório direto sobre o crescimento das leveduras, pois, no segundo dia de fermentação, as silagens já apresentavam o valor de pH de 3,79, o qual seria suficiente para inibir a maioria dos microrganismos atuantes no processo fermentativo. Nessas condições, observa-se crescimento moderado da população de leveduras, com picos nos primeiros dias de fermentação e decréscimo constante até a abertura do silo. No entanto, a população remanescente prioriza a fermentação em detrimento do crescimento, produzindo assim etanol, mesmo com uma população modesta de leveduras, como pode ser observado no estudo de Pedroso (2003).

O aumento da população de leveduras durante a fermentação está condicionado às espécies contaminantes. Após o estabelecimento de ambiente anaeróbico no silo, as espécies aeróbicas são sucedidas pelas leveduras fermentativas, cujos principais gêneros são: *Torulopsis* e *Saccharomyces*. Nas condições de anaerobiose, as demais espécies são reduzidas a 15% do total e permanecerão as *Saccharomyces*, que, embora fermentativas, não usam o lactato. Entretanto, as leveduras desse gênero são capazes de fermentar outros açúcares além da glicose, possibilitando, assim, maior tolerância aos efeitos adversos do baixo pH, por apresentar fontes alternativas de energia (Woolford, 1990).

Além da capacidade de fermentar açúcares e lactato, a etanol, CO₂ e água, competindo com as bactérias ácido-láticas por substrato, a presença de leveduras na silagem não é desejável,

pois estão associadas com deterioração aeróbia após a abertura do silo. Segundo Woolford (1990), a maioria das leveduras encontradas na forragem fresca é constituída de espécies não fermentativas, como os gêneros *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Candida* e *Hansenula*, que atuam na presença de oxigênio.

Segundo Woolford (1990), silagens com populações de leveduras superiores a 5,0 log ufc/g de silagem são altamente susceptíveis à deterioração. A população de leveduras nas silagens de cana-de-açúcar é dependente do tempo de estocagem, ou seja, conforme avança o tempo de estocagem a população tende a ser reduzida, fato este observado nos estudos de Pedroso (2003) e Alli et al. (1983). Bernardes et al. (2002) encontraram população média de 2,5 log ufc/g de silagem, em silagens de cana-de-açúcar armazenadas por 55 dias.

Após a abertura do silo, um novo quadro é apresentado, sendo reflexo do processo fermentativo associado ao manejo na pós-abertura. Na presença de oxigênio, ocorre sucessão de espécies de leveduras e conseqüente alteração no metabolismo. Os microrganismos passam a respirar, consomem ácido láctico e CS residuais, produzindo gás carbônico, água e ATP. Nesse caso, a produção de ATP é superior à da fermentação, com conseqüente elevação da temperatura da massa exposta ao ar. A inibição da oxidação dos nutrientes pelas leveduras constitui-se em fator preponderante para manutenção do valor nutritivo da forragem.

De maneira geral, os estudos em relação à ensilagem da cana-de-açúcar concluem que a silagem confeccionada sem aditivo controlador da população de leveduras apresenta grandes

médios de consumo, produção e composição do leite estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3. Composição de rações fornecidas a vacas holandesas em lactação.

<i>Ingredientes</i>	Rações (% da MS)			
	Cana fresca	Cana fresca + silagem de milho (50:50)	Silagem de cana	Silagem de milho
<i>Cana fresca</i>	40,00	22,51	-	-
Silagem de cana	-	-	40,00	-
Silagem de milho	-	22,51	-	50,00
Milho moído fino	7,99	-	7,99	-
Polpa cítrica peletizada	12,90	17,52	12,90	14,81
Caroço de algodão	10,00	10,00	10,00	10,00
Farelo de algodão (38% PB)	12,00	10,00	12,00	10,00
Farelo de soja	14,02	14,39	14,02	12,10
Bicarbonato de sódio	0,70	0,70	0,70	0,70
Premix mineral	2,38	2,38	2,38	2,38
<i>Nutrientes *</i>				
NDT	67,0	67,0	67,0	68,0
EL lactação (Mcal/kg MS)	1,56	1,56	1,56	1,57
EL ganho (Mcal/kg MS)	1,02	1,02	1,02	1,04
Proteína metabolizável (g/kg)	98,0	98,0	98,0	98,0
FDN volumoso	23,2	23,8	23,2	23,9

*Valor energético hipotético de 53% de NDT para silagem de cana-de-açúcar; NDT = nutrientes digeríveis totais; EL = energia líquida; FDN = fibra em detergente neutro.

Fonte: Queiroz et al. (dados não publicados).

As rações com silagem de cana e cana fresca + silagem de milho resultaram em maior consumo de MS, em relação à cana fresca e à silagem de milho. A produção de leite e a produção corrigida para 4% de gordura não foram afetadas pelos tratamentos, embora as rações com silagem de milho tenham

Com níveis mais moderados de concentrado nas dietas, variando de 50% a 55% da MS, tem-se observado ganhos de peso de 1,0 a 1,2 kg/dia, com consumo e desempenho maiores para os animais alimentados com silagens aditivadas, em relação às silagens sem aditivos (Schmidt et al., 2003; Pedroso 2003; Junqueira et al., 2004).

A formulação de rações para vacas leiteiras de alta produção, usando silagens de cana, exige atenção do nutricionista, uma vez que para essa categoria são requeridos maiores níveis de proteína verdadeira e um balanceamento mais cauteloso de ingredientes concentrados. Em recente trabalho de pesquisa, Queiroz et al. (dados não publicados) avaliaram o uso de silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g de massa verde - MV) como volumoso exclusivo para vacas holandesas em estágio intermediário de lactação, e compararam esse volumoso com cana fresca (picada duas vezes ao dia), com silagem de milho e com uma mistura (50:50) de cana fresca e silagem de milho. Na Tabela 3 são apresentadas as composições das rações experimentais, com os teores de nutrientes preditos pelo NRC – Gado de Leite (2001).

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia e as vacas, manejadas em sistema *free-stall*, foram submetidas a duas ordenhas diárias. O delineamento experimental usado foi de quadrados latinos múltiplos, com 12 vacas por tratamento (multíparas, em maioria). Em média, os animais apresentavam 176 dias em lactação ao início do primeiro período e 279 dias em lactação ao início do quarto período experimental. Os resultados

perdas de matéria seca e carboidratos solúveis, em consequência da extensa produção de etanol pelas leveduras. Neste sentido, diversos estudos foram realizados na UNESP-Jaboticabal, com intuito de selecionar estratégias para redução da população de leveduras e do teor de etanol e melhoria no valor nutritivo da silagem e da estabilidade aeróbia.

6. Uso do fogo na ensilagem da cana de açúcar

Inicialmente, vale ressaltar que este grupo de pesquisa não considera a queima como estratégia na ensilagem da cana-de-açúcar, mas estuda essa possibilidade em razão do alto risco de ocorrência de incêndios acidentais e consideram esse um dos principais motivos da ensilagem da cana-de-açúcar. No entanto, a queima pode ser alternativa para eliminação da palhada e conseqüentemente propiciar elevação do valor nutritivo da forragem.

Estudo pioneiro avaliando o efeito do fogo sobre as características fermentativas, a composição química e o desenvolvimento de leveduras foi realizado em 2001, com seus resultados apresentados por Bernardes et al. (2002) e Coan et al. (2002). Observou-se que as silagens produzidas após a queima do canavial apresentaram valores de etanol e leveduras superiores ao das confeccionadas com cana crua (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de matéria seca (MS), de etanol, valores de pH e contagem de leveduras de silagens de cana-de-açúcar crua e queimada.

Parâmetros	Crua	Queimada	Média
Matéria seca (MS) (%)	24,0 A	23,1 A	23,5
pH	3,5 B	3,7 A	3,6
Etanol (% da MS)	6,5 B	7,3 A	6,9
Leveduras (log ufc/g de silagem)	2,2 B	2,7 A	2,5

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ($P > 0,05$).

Fonte: Bernardes et al. (2002).

Os autores atribuem esses resultados às altas temperaturas ocorridas durante a queima, que destroem a camada de cera que envolve a parede celular desta espécie vegetal. Tal fato provoca rachaduras no colmo e a conseqüente exudação de conteúdo celular (açúcares), aumentando a contaminação microbiana e, com isso, maior fermentação alcoólica pode ser encontrada em silagens de cana-de-açúcar submetidas à queima.

Aliado a esse fato, o aumento da temperatura e a estocagem da cana por tempo prolongado, pode provocar a quebra da sacarose em glicose e frutose. A presença de açúcares redutores (glicose e frutose) pode facilitar a fermentação alcoólica por parte das leveduras, pois, segundo Walker (1999) algumas espécies possuem a invertase, enzima capaz de degradar a sacarose, porém outras cepas, por não possuírem a enzima, ficariam limitadas à fermentação desse dissacarídeo. Assim, na presença de glicose e de frutose, duas fontes de carbono capazes de serem facilmente

programa de formulação, em função da qualidade conferida ao volumoso, mediante uso de aditivos na ensilagem.

Para silagens de cana-de-açúcar sem aditivos, considera-se teores de NDT entre 50% e 52%, e incremento de até 10% no teor de MS verificado em estufa, em função da volatilização de compostos energéticos. Contudo, a ingestão de MS, verificada em ensaios controlados com rações que continham esse tipo de silagem, tem sido, pelo menos, 10% inferior à taxa predita pelo programa do NRC (Tabela 3).

Para silagens aditivadas, o teor de NDT deve variar de 56% a 58% e incremento de 7% a 10% no teor de MS deve ser considerado. Redução no consumo de MS, em relação ao consumo predito, também é esperada, porém em menor magnitude.

Em função da maior perda de carboidratos solúveis nas silagens sem aditivos, deve-se considerar um aumento relativo de 20% a 25% no teor de PB dessas silagens, enquanto que nas silagens aditivadas, esse aumento varia de 3% a 10%. Nas silagens aditivadas com uréia, considera-se recuperação mínima de 70% do N aplicado, podendo esse valor ser mais alto, se as silagens forem bem manejadas no período pós-abertura.

Rações formuladas com alta inclusão de concentrados (milho ou polpa cítrica, 70% da MS) e silagem de cana-de-açúcar como volumoso único, para bovinos de corte, foram testadas por Pereira et al. (dados não publicados). Os autores verificaram ganhos de peso de 1,48 a 1,75 kg/dia, sem a observação de qualquer distúrbio metabólico, uma vez que esse volumoso apresenta alta efetividade da fração fibrosa (Lima, 2003).

Tabela 2. Estimativa do valor energético (NDT) de silagens de cana-de-açúcar, através de simulação pelo modelo do NRC (1996) para bovinos das raças Nelore e Canchim.

Tratamento	GMD ¹	CMS ²	NDT (%)
	Observado	Observado	Estimado
Controle	0,81b	7,46b *	54,8b **
<i>L. buchneri</i> (5x10 ⁴ ufc/g)	1,04a	8,77a	58,1a
<i>L. buchneri</i> (10 ⁵ ufc/g)	0,97a	8,87a	54,5b
<i>L. buchneri</i> (10 ⁵ ufc/g + enzima)	1,01a	8,59ab	56,3a

*Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,10).

**Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, são estatisticamente diferentes pelo teste de quadrados mínimos (P<0,15).

¹ Ganho de peso médio diário (kg); ² Consumo de matéria seca médio diário (kg).

Fonte: Pedroso et al. (2004).

O resultado dessa simulação aponta a eficiência do programa do NRC em prever o valor energético das silagens, cujos valores de NDT situaram-se entre 54% e 58%. A aditivação com *L. buchneri* produziu silagens com teor de NDT superior, o que concorda com os resultados experimentais de desempenho com animais.

2.2 Balanceamento de rações com silagens de cana-de-açúcar

Para o balanceamento de rações usando silagem de cana-de-açúcar, é essencial que os teores de nutrientes dessa silagem, estejam adequadamente ajustados no banco de dados do

fermentadas, as silagens submetidas ao fogo podem apresentar maiores teores de etanol, como pode ser observado no presente estudo. A fermentação etanólica mais intensa nestas silagens, também se deve à maior proporção de açúcares na forragem que sofreu queima, em razão da eliminação das palhas, de forma que maior proporção de material vegetal com presença de açúcares é disponibilizada às leveduras.

Dando seqüência a essa linha de pesquisa, Siqueira et al. (2004b) estudaram a ensilagem da cana-de-açúcar após a queima associada ao tratamento com aditivos químicos e microbianos. Nesse estudo foram avaliadas as perdas de matéria seca, a produção de gases e de efluentes durante a fermentação.

A perda de matéria seca na ensilagem da cana é um parâmetro importante, pois na fermentação da sacarose a etanol, pelas leveduras, há produção de CO₂, que é composto por carbono, que é a unidade formadora da matéria orgânica. Portanto, pode-se de maneira indireta associar a produção de etanol à perda de MS da silagem. Pedroso (2003) encontrou alta correlação (r = 0,89) entre perda de MS e teor de etanol. Na Tabela 2 encontram-se os resultados referentes às perdas de MS. Destacam-se os valores das perdas de MS das silagens queimadas e tratadas com NaOH ou *Lactobacillus buchneri*. A princípio, era de se esperar aumento nas perdas de MS para todas as silagens queimadas, pois Bernardes et al. (2002) encontraram maior produção de etanol nestas condições e sabe-se que existe alta correlação entre a produção de etanol e as perdas de MS. No entanto, nas silagens tratadas com *L. buchneri* observou-se

redução de 30% nas perdas de MS e nas tratadas com NaOH de 66% na silagem de cana queimada. A hipótese inicial para uso do fogo seria de eliminação de microrganismos, contudo, no estudo de Bernardes et al. (2002) foi constatada a possível ocorrência de recontaminação por leveduras. Porém, não se sabe o que pode ter acontecido com os demais microrganismos epifíticos, como enterobactérias, bacilos e lactobacilos, entre outros, que podem apresentar efeitos de competição e inibição com leveduras. Os possíveis efeitos dos aditivos serão discutidos no item sobre aditivos químicos e microbiológicos.

Tabela 2. Perdas de matéria seca (MS) na ensilagem da cana-de-açúcar crua e queimada, tratada com aditivos químicos e microbiológicos.

Tratamentos	Perdas de MS (%)		
	Crua	Queimada	Média
Controle	32,5 Aa	29,4 Aa	31,0
Benzoato (0,1%) ¹	25,2 Bbc	26,4 Aa	25,8
Uréia (1,5%) ¹	27,2 Aab	27,7 Aa	27,4
NaOH (1%) ¹	24,0 Abc	8,1 Bb	16,2
<i>P. acidipropionici</i>	33,6 Aa	31,0 Aa	32,3
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. buchneri</i>	19,2 Ac	13,3 Bb	16,0
Média	26,9	22,7	24,8
CV (%)	---	---	12,2

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ($P > 0,05$); ¹Doses em relação à matéria natural.

Fonte: Siqueira et al. (2004b).

alimentadas com rações contendo 46% de silagem de cana-de-açúcar na MS, os autores verificaram que o programa superestimou o consumo de MS (17% em média) e subestimou o ganho de peso médio diário (em até 50%). Esses efeitos foram mais marcantes para os animais mais pesados. Provavelmente, os desvios de predição observados são devidos a componentes da silagem de cana-de-açúcar não contemplados no banco de dados do programa do NRC (1996), uma vez que produtos da fermentação dessas silagens, como o ácido acético e o etanol, podem atuar como inibidores do consumo voluntário, embora se constituam em substrato de alto valor energético e estimulantes do metabolismo, relacionados com elevação no desempenho do animal.

Utilizando-se dados de bovinos das raças Canchim e Nelore, alimentados com dietas contendo 45% de silagem de cana-de-açúcar (% na MS), sem aditivos (controle) ou aditivada com doses de *Lactobacillus buchneri*, procedeu-se à estimativa do teor energético das silagens (NDT), para que os ganhos de peso preditos pelo programa correspondessem aos ganhos observados a campo, utilizando-se os valores de consumo observados (Tabela 2). Além da silagem, os animais receberam, em mistura total, concentrado composto por polpa cítrica peletizada, farelo proteínoso de milho, uréia e mistura mineral.

degradabilidade da matéria orgânica, do nitrogênio e da fração fibrosa de forragens incubadas nos meios. Segundo os autores, esses fatos indicam que a interação entre o etanol e a fermentação de alimentos sólidos é pouco significativa.

Portanto, no balanceamento de rações que contenham silagem de cana-de-açúcar, deve-se considerar a contribuição energética dos compostos voláteis (ácidos graxos e etanol) e, principalmente, o ajuste no teor de MS das silagens, uma vez que na determinação convencional dessa variável, em estufa, esses compostos voláteis são perdidos, com conseqüente subestimação no teor de MS.

Outro fator importante a se considerar na adoção de silagem de cana-de-açúcar como volumoso é o período de transição. A transição de rações, de outros volumosos, como silagens de capim ou de milho, para rações que contenham silagem de cana-de-açúcar, deve ser lenta e gradual. A experiência do Departamento de Zootecnia da USP-ESALQ tem mostrado ligeira redução em consumo e desempenho de bovinos de corte, na fase inicial de transição. Todavia, em vacas leiteiras de alta produção (acima de 24 litros/dia) esse efeito não foi verificado.

2.1 Predição do valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar

Em revisão recente, Pedroso et al. (2004) apresentaram simulações usando o programa do NRC (1996) para comparar predições de consumo e de ganho de peso com os valores observados em ensaios de desempenho de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar. Para novilhas holandesas

7. Aditivos seqüestrantes de umidade

Nos trabalhos de Bernardes et al. (2002) e Coan et al. (2002), foi avaliado também o efeito da inclusão do milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), nas doses de 0%, 5% e 10% em relação à matéria natural, sobre a composição química, os parâmetros fermentativos, a contagem de leveduras e o teor de etanol. Objetivou-se inibir o crescimento de leveduras pelo efeito de redução da atividade de água (A_w), que representa a água disponível para o crescimento de microrganismos.

Os teores de NH_3-N total, encontrados no presente experimento, mostraram que houve pequena proteólise durante a fermentação. As silagens adicionadas de MDPS apresentaram teores menores de NH_3-N total e maiores valores de PB (Tabela 3). Esse fato nos revela que a redução da A_w das silagens pode ter provocado menor atividade de *Clostridium*, pois segundo Dodds & Austin (1997) a redução da A_w tem efeito marcante sobre a população destes microrganismos nos alimentos.

A inclusão do aditivo influenciou os teores de etanol, apresentando discreta redução concomitante às quantidades crescentes de MDPS adicionadas. Possivelmente, o mesmo fato que ocorreu com as bactérias do gênero *Clostridium* pode ter acontecido com as leveduras fermentativas, ou seja, a redução da A_w do alimento foi traduzida em menor atividade fermentativa e conseqüentemente menores teores de etanol. No entanto, a adição

Tabela 3. Teor de matéria seca (MS) e de etanol, valores de pH e contagem de leveduras de silagens de cana-de-açúcar crua e queimada.

Parâmetros	Quantidades de MDPS ¹ (% da forragem)			Média
	0	5	10	
MS (%)	20,5 C	23,0 B	27,2 A	23,5
pH	3,6 A	3,6 A	3,6 A	3,6
NH ₃ -N total (% da MS)	11,8 A	8,7 B	8,8 B	9,8
Etanol (% da MS)	7,4 A	7,1 A	6,2 B	6,9
Leveduras (log ufc/g de silagem)	2,4 B	2,6 A	2,4 B	2,5

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ($P > 0,05$); ¹ MDPS = milho desintegrado com palha e sabugo.

Fonte: Bernardes et al. (2002)

de MDPS não apresentou efeito contundente sobre a população de leveduras no momento da abertura. Vale salientar que a determinação pontual da população de leveduras pode não representar a dinâmica ocorrida durante o processo fermentativo.

8. Aditivos químicos e microbiológicos

Atualmente, a maior concentração de estudos na ensilagem da cana-de-açúcar recai sobre a utilização de aditivos químicos e microbiológicos. A facilidade de aplicação e os efeitos sobre a qualidade da silagem têm sido admitidos como suas principais vantagens. Neste sentido, estudos vêm sendo realizados na UNESP-Jaboticabal (Siqueira et al., 2004 a e b) e Siqueira (2004).

Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético para os ruminantes, por meio da conversão a acetato no rúmen (Chalupa et al., 1964), grande parte do etanol produzido nas silagens é perdida por volatilização, durante a estocagem nos silos e durante a retirada e fornecimento da silagem no cocho (Alli et al., 1982). A produção deste álcool representa perda de aproximadamente 49% de matéria seca (MS) dos substratos (McDonald et al., 1991), sendo essa perda composta, principalmente, por carboidratos solúveis.

Além da perda energética, o etanol residual na forragem provoca rejeição de consumo pelo animal, principalmente na fase inicial, após o fornecimento das silagens no cocho (Schmidt et al., 2004). Contudo, se ingerido, o etanol pode apresentar significativa contribuição energética ao animal.

Avaliando o efeito da infusão de doses de etanol marcado com ¹⁴C (1, 4 e 8 g/L/dia), em um simulador ruminal de fluxo semi-contínuo (RUSITEC), Durix et al. (1991) observaram elevação de até 40% na produção de ácidos graxos voláteis (AGV's), principalmente do ácido acético (77% a 80% dos AGV's totais formados a partir do etanol). Contudo, apenas pequena parte do etanol foi convertida a AGV's e, como não foi verificada a presença de carbono marcado na fase gasosa (CO₂ e CH₄), a maior parte do etanol foi rapidamente absorvida pela parede ruminal. Os autores afirmaram que, dessa forma, a energia do etanol ingerida pelo ruminante é inteiramente disponível, ou via direta, por absorção, ou indiretamente, mediante conversão a AGV's no rúmen. Não foi verificado efeito das doses de etanol sobre a

Tabela 1. Trabalhos publicados sobre silagem de cana-de-açúcar, nos anais das reuniões anuais da SBZ, nos últimos oito anos.

Ano	Número de trabalhos	Instituições envolvidas
1997	0	0
1998	0	0
1999	2	1
2000	1	2
2001	5	1
2002	8	3
2003	13	11
2004	12	10

Fonte: Nussio e Schmidt (2004).

A quase totalidade dos trabalhos de pesquisa desenvolvidos com silagens de cana-de-açúcar tem buscado a obtenção de aditivos, que, associados à ensilagem, inibam a fermentação alcoólica característica desse material, com vistas a minimizar as perdas observadas quando a cana é ensilada sem a inclusão de aditivos, ou com aditivos ineficientes.

2. Silagem de cana-de-açúcar

Possivelmente, 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.

Reportando-se à Tabela 2, com vistas a avaliar o efeito dos aditivos, observa-se efeitos promissores para NaOH e *L. Buchneri* na silagem de cana queimada. O efeito do aditivo alcalinizante (NaOH) seria de manter o pH mais alto durante o início da fermentação, e a queima, como já foi discutido, pode promover aumento de açúcares redutores (glicose e frutose), que são substratos disponíveis para bactérias. A associação desses dois fatores pode ter contribuído para o crescimento de bactérias homofermentativas e heterofermentativas, que podem ter efeito inibitório sobre o crescimento de leveduras, principalmente as heterofermentativas.

O *L. buchneri*, que é uma bactéria heterofermentativa, pode ter tido seu crescimento aumentado em razão da maior disponibilidade de glicose e frutose no meio, com conseqüente aumento da produção de ácido acético e maximização do seu efeito sobre o crescimento de leveduras. Segundo McDonald et al. (1991), bactérias heteroláticas fermentam glicose, produzindo ácido láctico e etanol; já a frutose é fermentada a ácido láctico, ácido acético e manitol; porém, o *L. buchneri* não possui a enzima acetadeído desidrogenase, responsável pela redução de acetaldeído a etanol, portanto, não produz etanol e, conseqüentemente, ocorre aumento na concentração de ácido acético como produto final de sua fermentação.

O ácido acético é considerado um ácido fraco, com baixo potencial na redução do pH, porém atua sobre o metabolismo de leveduras e fungos, devido à permeabilidade da membrana ao ácido, na forma não dissociada. Dentro das células, o ácido

acético é dissociado, liberando íons H^+ e abaixando rapidamente o pH intracelular. Para aumentar o pH intracelular, o microrganismo tem que expulsar os íons H^+ , o que implica em gasto de energia, por se tratar de um processo de transporte ativo, retardando o crescimento e podendo causar a morte celular (Walker, 1998).

Objetivando avaliar o efeito sinérgico entre aditivos químicos e microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar, Siqueira et al. (2004 a) associaram benzoato de sódio, uréia e NaOH com *L. buchneri* e *Propionibacterium acidipropionici* + *L. plantarum*. Observaram que a associação de NaOH e *L. buchneri* proporcionou o melhor resultado, que pode ser explicado pela sinergia dos efeitos já relatados, lembrando que o *L. buchneri* é uma bactéria heterofermentativa, que pode ter sido estimulada pela manutenção do pH mais elevado. Na ensilagem da cana-de-açúcar, a queda do pH nos primeiros dias de fermentação é muito rápida, o que pode ser observado no estudo de Evangelista et al. (2003), que constataram queda do pH de 5,2 para 3,5 após cinco dias de fermentação. Quando se instala um cenário de pH baixo (<3,8) e carboidratos solúveis abundantes, as leveduras dominam o meio, praticamente sem competição, pois as bactérias são inibidas por esse pH baixo.

Balanceamento de rações com silagem de cana-de-açúcar para bovinos

Luiz Gustavo Nussio¹

Patrick Schmidt²

1. Introdução

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem é um tema que vem se destacando nos últimos anos, com interesse crescente por produtores e pesquisadores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esse volumoso ensilado pode apresentar.

A notoriedade assumida pela silagem de cana-de-açúcar nos últimos anos é constatada ao se observar o número de trabalhos publicados sobre esse assunto nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Zootecnia, considerada um importante fórum de divulgação da pesquisa zootécnica no Brasil (Tabela 1).

¹ Professor, Depto. de Zootecnia - USP/ESALQ - nussio@esalq.usp.br

² Zootecnista, Aluno de Doutorado - USP/ESALQ - patrick@esalq.usp.br

Tabela 4. Valores de pH e perdas de matéria seca na ensilagem da cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e microbiológicos.

Tratamentos	pH				Perdas de MS (%)			
	Controle	Prop. ²	<i>L. buchneri</i>	Média	Controle	Prop. ²	<i>L. buchneri</i>	Média
Controle	3,75 Ac	3,55 Bc	3,43 Bb	3,58 c	32,5 Aa	33,6 Aa	19,2 Ba	28,4 a
Uréia (1,5%) ¹	4,24 Bb	4,29 Bb	4,59 Aa	4,37 b	27,2 Ab	25,0 Ab	20,3 Ba	24,2 b
Benzoato (0,1%) ¹	3,65 Ac	3,58 Ac	3,45 Bb	3,56 c	25,2 Ab	25,2 Ab	12,8 Bb	21,0 c
NaOH (1,0%) ¹	4,64 Aa	4,61 Aa	4,47 Ba	4,58 a	24,0 Ab	13,5 Bc	6,3 Cc	14,6 d
Média	4,07 A	4,01 B	3,99 B	4,02	27,2 A	24,3 B	14,6 C	22,4
CV (%)	---	---	---	1,4	---	---	---	10,5

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

¹ Doses em relação à matéria natural.

². *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum*.

Fonte: Siqueira et al. (2004a).

Até o presente momento, foram discutidas as perdas quantitativas na ensilagem da cana-de-açúcar, todavia seu valor nutritivo é também intensamente reduzido durante o processo fermentativo. A literatura nacional e internacional é consensual em afirmar a inferioridade da silagem de cana-de-açúcar quando comparada à forragem in natura. Siqueira (2004) observou elevação da FDN da cana-de-açúcar, de 52,1%, antes de ensilar, para 75,3% após 60 dias de fermentação, e da FDA de 34,8 para 48,7%, no mesmo período. O aumento das frações fibrosas é proveniente do efeito de concentração, decorrente do consumo de carboidratos solúveis pelos microrganismos fermentadores. Como conseqüência, ocorreu redução da digestibilidade verdadeira de 52,6% para 35,0%.

Ao avaliar os efeitos das perdas quantitativas e qualitativas, Siqueira (2004) propôs a recuperação da matéria orgânica digestível como parâmetro fundamental a ser considerado. Na Tabela 5 estão apresentadas as médias de recuperação da matéria orgânica digestível de silagens de cana-de-açúcar tratadas com inoculantes químicos e microbiológicos.

A análise isolada dos fatores mostra a superioridade do NaOH e do *L. buchneri*. Observa-se também o efeito sinérgico da associação desses aditivos, promovendo maior recuperação de matéria orgânica digestível. Vale ressaltar que neste parâmetro os efeitos das perdas se multiplicam. As silagens de cana-de-açúcar sem aditivo e com *P. acidipropionici* e *L. plantarum* apresentaram baixa recuperação de matéria orgânica, mostrando-se como estratégias inviáveis.

9. Silagem de cana-de-açúcar em aerobiose

Após a abertura do silo, um novo cenário instala-se; o que outrora era produto da fermentação agora incorpora novo papel na ocorrência de transformações, podendo atuar como estimulantes e inibidores. A avaliação fragmentada do processo de ensilagem, com pensamento específico relacionado à fase fermentativa ou após a abertura, pode resultar em interpretações enganosas sobre a qualidade do produto final.

Internacionalmente, a estabilidade aeróbia é avaliada pela elevação da temperatura da massa ensilada em relação ao ambiente, no entanto, outros parâmetros, como alterações do pH, do nitrogênio amoniacal e do valor nutritivo devem ser considerados.

SIQUEIRA, G.R.; REZENDE, A.V.; BARCELOS, A. F. et al. Composição química da silagem mista de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

TORRES, R.A.; COSTA, J.L. Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal In: **SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas em evidência, 2.**, 2001, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG.:UFLA, 2001. p.1-14.

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

WRIGHT, D.A.; GORDON, F.J.; STEEN, R.W.; PATTERSON, D.C. Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: a review. **Grass and Forage Science**, 55, 1-13, 2000.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de trigo e polpa cítrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002a. CD-ROM.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. et al. 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, 2002b. CD-ROM.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley, 1981. 128 p.

NUSSIO, L.G. **Ensilagem de gramíneas tropicais: desafio permanente**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2004. 235p. Texto para concurso de Livre Docência.

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

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. CD-ROM.

SILVEIRA, A.C. *Técnicas para produção de silagem*. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**. 2, 1975, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1975, p. 156-180.

Tabela 5. Recuperação da matéria orgânica digestível de silagens de cana-de-açúcar tratadas com inoculantes químicos e microbiológicos.

Tratamentos	Recuperação da matéria orgânica digestível (%)			
	Controle	Prop. ²	<i>L. buchneri</i>	Média
Controle	45,0 Bc	39,8 Bc	74,3 Ab	53,0 d
Uréia (1,5%) ¹	51,6 Bb	64,0 Ab	63,8 Ac	59,8 c
Benzoato (0,1%) ¹	53,2 Bb	58,5 Bb	80,6 Aab	64,1 b
NaOH (1,0%) ¹	68,5 Ca	76,0 Ba	84,8 Aa	76,5 a
Média	54,6 C	59,6 B	75,9 A	63,3
CV (%)	---	---	---	4,6

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

¹ Doses em relação à matéria natural.

² *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum*.

Fonte: Siqueira (2004).

No caso da cana-de-açúcar, fatores não comumente relacionados às outras silagens tornam-se de fundamental importância na avaliação das transformações ocorridas após a abertura do silo. O etanol é um desses fatores, pois, segundo Driehuis & Wilkselaar (2000), apresenta efeito fungicida e pode inibir o crescimento de leveduras e mofos, implicando aumento da estabilidade aeróbia. Nesse caso, não se pode priorizar um resultado isolado de estabilidade aeróbia em detrimento de outros parâmetros analisados no momento da abertura. Outro fator importante, e que muitas vezes pode gerar interpretações antagônicas, é o teor de carboidratos solúveis residuais. Quanto maior for o teor desses carboidratos na silagem, mais propensão

ao desenvolvimento de leveduras e mofos a silagem vai apresentar, pois esses substratos são os de maior facilidade oxidativa.

No trabalho de Siqueira et al. (2004a) também foi avaliada a estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos (Tabela 6). Pode-se observar que, em relação à temperatura, não foi observada diferença estatística entre os aditivos químicos (uréia, benzoato e NaOH) e o controle. No entanto, numericamente, observa-se que o NaOH apresentou os menores valores. Esse aditivo, apesar de atuar de maneira positiva durante a fermentação, apresenta-se como depressor da estabilidade aeróbia. Os inoculantes microbianos apresentaram efeito positivo sobre a estabilidade aeróbia, possivelmente pela produção dos ácidos orgânicos característicos desses inoculantes. Infelizmente, ainda não se possui os teores dos ácidos orgânicos para poder realizar discussões mais aprofundadas.

O benzoato e o *L. buchneri* foram os mais eficientes em manter os valores de pH das silagens, quando expostas à aerobiose. A elevação do pH é indicativo de consumo de ácidos orgânicos, principalmente o ácido lático, por leveduras e mofos. Ranjit & Kung Jr. (2000), avaliando silagens de milho tratadas com inoculantes microbiológicos, observaram que as silagens inoculadas com *L. buchneri*, na dose de 1×10^6 ufc/g de massa ensilada, apresentaram menor elevação de pH, comparadas as silagens controle e inoculadas com *L. plantarum*. Associada à manutenção do pH, pode-se observar no experimento a maior preservação dos ácidos lático e acético nas silagens.

A ensilagem da cana, por todos os fatores “*benéficos*” associados, apesar da preocupação com a disponibilidade de aditivos eficientes para o controle da fermentação alcoólica e com a carência de conhecimentos sobre a interação entre estes, tem forte tendência em continuar crescendo e demonstra os esforços de pesquisadores e técnicos envolvidos com a produção agropecuária.

Referências Bibliográficas

CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564p.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens - Do Cultivo ao Silo**. Lavras: UFLA, 2000. 200p.

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. 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002a. CD-ROM.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; ABREU, J. G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com MDPS e casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002b. CD-ROM.

KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R.W. Effects of stage of maturity on nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982.

Tabela 4. Ganho de peso vivo médio de animais mestiços alimentados com diferentes proporções de silagem de capim pré-secado e feno de *Coast-cross* e silagem de cana-de-açúcar + feno de capim *Coast-cross*.

Tratamentos		Ganho de peso vivo médio (kg/dia)
Silagem de capim pré-secado de <i>Coast-cross</i>	Feno de capim <i>Coast-cross</i>	
80%	20%	1,18a
70%	30%	1,20a
Silagem de cana-de-açúcar	Feno de capim <i>Coast-cross</i>	
80%	20%	1,19a
70%	30%	0,90a

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Considerações finais

Independentemente da relevância dos resultados experimentais até aqui apresentados, é importante considerar que o uso da cana-de-açúcar fresca, mediante cortes diários, como volumoso suplementar para a seca, é tradicional e de ampla aceitação pelos produtores, sobretudo, por constituir-se em opção competitiva quando comparada a outras forragens. Silagens de cana-de-açúcar sem aditivos, mostram-se como fonte pouco interessante de volumoso suplementar, com valor nutritivo bem inferior ao da cana original, o que pode prejudicar o desempenho animal, principalmente em dietas com grande participação deste volumoso.

Tabela 6. Valores de pH e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com inoculantes químicos e microbiológicos, após 180 horas de exposição aeróbia.

Tratamentos	pH				Estabilidade aeróbia (h) ²			
	Controle	Prop. ³	<i>L. buchneri</i>	Média	Controle	Prop. ³	<i>L. buchneri</i>	Média
Controle	6,10 Ab	3,94 Bb	3,67 Bb	4,57 c	32	60	60	51a
Uréia (1,5%) ¹	8,43 Aa	6,80 Ba	4,83 Ca	6,69 a	40	60	48	49 a
Benzoato (0,1%) ¹	3,66 Ac	3,64 Ab	3,59 Ab	3,63 d	40	48	60	49 a
NaOH (1,0%) ¹	5,97 Ab	6,18 Aa	5,58 Aa	5,91 b	24	32	48	35 a
Média	6,04 A	5,14 B	4,42 C	5,20	34 B	50 A	54 A	46
CV (%)	---	---	---	6,61	---	---	---	29,49

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

¹ Doses em relação à matéria natural.

² Tempo para a silagem alcançar 1°C acima da temperatura ambiente.

³ *Propionibacterium acidipropionici* e *Lactobacillus plantarum*.

Fonte: Siqueira et al. (2004a).

10. Considerações finais

Estudos preliminares, como os desenvolvidos na UNESP de Jaboticabal, são necessários para o embasamento de pesquisas em metabolismo e desempenho animal, que já se encontram em andamento nessa instituição.

A ensilagem da cana-de-açúcar sem aditivo propicia elevado custo de produção, em conseqüência das intensas perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem durante a confecção e utilização dessas silagens.

Atualmente, o mercado possui aditivos promissores para ensilagem da cana-de-açúcar, contudo, estudos aprofundados dos verdadeiros mecanismos de ação desses aditivos são necessários, para a compreensão dos resultados encontrados e determinação de estratégias para maximização dos seus efeitos.

A tomada de decisão pela ensilagem da cana-de-açúcar deve ser baseada em critérios nutricionais e econômicos, uma vez que a conservação de forragens, não só a da cana-de-açúcar, mas também das forragens como um todo, resulta em perdas durante o processo.

Referências Bibliográficas

ALLI, I.; FAIRBARIN, 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.

BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Características fermentativas e presença de leveduras na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, CD ROM.

COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MORENO, T.T.B.; MOREIRA, A.L. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, CD ROM.

DRIEHUIS, F.; WIKSELAAR, P.G. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.80, p.711-718, 2000.

propiciando o aparecimento de mofo e prejudicando a qualidade da silagem. Além desse fato, o tamanho maior da partícula pode determinar a queda mais lenta de pH, o que promove elevação nas perdas de MS, particularmente de carboidratos solúveis em água e de proteína (Woolford, 1972). Segundo Nussio (2004), em situações nas quais a redução do tamanho médio de partícula é limitada pelas colhedoras de forragem, o equipamento constitui-se no principal fator restritivo ao aumento da densidade da silagem. Por outro lado, o efeito positivo do emurchecimento sobre a ingestão de matéria seca foi demonstrado por Wright et al. (2000), que observaram correlação linear entre a taxa de perda de água pela forragem (kg de água perdida kg⁻¹ de MS hora⁻¹), a quantidade de água perdida (kg de água kg⁻¹ de MS), o teor de N-amoniaco (g kg⁻¹ de N total) e o consumo. No caso da ensilagem, em geral, há diminuição da digestibilidade da matéria orgânica, da ingestão de MS e, sobretudo, do valor protéico, quando existem condições insatisfatórias, como no caso da fermentação butírica (Kung Junior et al., 2003 citados por Nussio, 2004).

FDA foi reduzido em 20%, equivalente a 5,4 unidades percentuais, quando incluiu-se 45% de girassol na ensilagem da cana. A adição parcial de girassol na ensilagem da cana-de-açúcar proporcionou melhor qualidade das silagens.

Em recente pesquisa realizada na fazenda experimental Palmital, localizada em Ijaci, MG, no período de agosto a novembro de 2003, avaliou-se o ganho de peso de animais mestiços com peso vivo médio inicial ao redor de 350 kg. Os animais foram submetidos a quatro tratamentos: silagem de cana + feno de capim *Coast-cross*, nas proporções de 80% e 20% e 70% e 30%, respectivamente; silagem de *Coast-cross* pré-secado + feno de *Coast-cross*, também nas proporções de 80% e 20% e 70% e 30%, respectivamente. Todos os animais receberam 2,5 kg/dia de concentrado, constituído por 1,6 kg de milho triturado, 0,8 kg de soja em grão e 100,0 g de uréia.

Nesse trabalho, não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos sobre o ganho de peso dos animais (Tabela 4). Era esperado melhor consumo e maior ganho de peso nos tratamentos com a silagem de capim pré-secado, pois trabalhos recentes têm demonstrado que silagens produzidas exclusivamente com cana são de baixa qualidade e acarretam rejeição às rações, com conseqüente redução no consumo voluntário e no desempenho dos animais (Nussio, 2004). Entretanto, isso não ocorreu, possivelmente em razão do processo de picagem do material na confecção da silagem pré-secada, no qual não se conseguiu tamanho de partícula ideal, o que, somado ao efeito do emurchecimento, dificultou a compactação do material,

DODDS, K. L.; AUSTIN, J. W. Foodborne pathogenic bacteria: *Clostridium botulinum*. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTEVILLE, T. J. (Ed.) Food microbiology: Fundamentals and frontiers. Washington: ASM Press, 1997, p.288-304.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; 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, Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003, CD ROM.

KAISER, E.; WEIß, K; POLIP, L.V. A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive, 2002, p.344-358.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.

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

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.

SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004a, Campo Grande. **Anais...** (Compact disk)

SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; AMARAL, R.C.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P. Interações entre inoculantes microbianos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004b, Campo Grande. **Anais...** (Compact disk)

SIQUEIRA, G.R. **Ensilagem da cana-de-açúcar com aditivos químicos e microbiológicos**. Jaboticabal, 2004. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, UNESP-FCAV. (Em fase de preparação para defesa)

WALKER, G.M. Yeast physiology and biotechnology. London:Wiley Editorial Offices, 1999. 350 p.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. Journal Applied Bacteriology. v. 68, p. 101-116, 1990.

sulfato de amônio resultou em melhores valores bromatológicos e de degradabilidade da MS, em relação aos outros tratamentos. O material ensilado, quando aditivado, apresentou melhoria nos teores de PB, FDN e FDA. Os teores de PB na MS variaram entre 3,26%, no tratamento com 0,5% de mineral e 14,3% na silagem de cana + 1% de uréia, sendo o valor mais alto justificado pelo incremento de nitrogênio da uréia à cana-de-açúcar, como comentado anteriormente. Para a FDN e a FDA, os valores médios observados foram de 57,7% e 30,9% (silagem + MDPS, com cana de 11 meses) até 70,4% e 43,3% (cana *in natura* com 24 meses), respectivamente.

E finalmente, foram avaliadas silagens puras e mistas à base de cana-de-açúcar e girassol, das variedades RB-72454 e Catissol-01, respectivamente. Os tratamentos consistiram de silagens produzidas com 100% de cana, 85% e 15%, 70% e 30%, 55% e 45% de cana-de-açúcar e girassol, respectivamente (Siqueira et al., 2003). Neste trabalho, a CT apresentou incremento médio de 0,21 unidades percentuais para cada 1 % de girassol acrescido. Os valores de pH observados foram considerados baixos. A silagem de cana pura apresentou 0,9 % de N-NH₃, enquanto que obteve-se 1,3 % de N-NH₃ na silagem com 45% de girassol. A maior taxa de elevação da MS foi encontrada na faixa de 30% a 45% de inclusão de girassol. Para cada 1% de girassol acrescentado, obteve-se aumento de 0,12 unidades percentuais de PB. O teor de FDN passou de 79,1% para 68,7%, nas silagens de cana pura e cana com 45 % de girassol, respectivamente. O teor de

necessite ser mantida ensilada por períodos superiores a 100 dias, essa instabilidade pode constituir-se em fator negativo para a qualidade do material armazenado.

- A PB da silagem de cana pura e da silagem de cana + MDPS variou de 1,7% (material original) a 2,7% (50 dias) e de 3,0% (material original) a 3,9% (77 dias), respectivamente. A elevação da PB é conseqüência do efeito de concentração, em função das perdas de MS, na forma de gases e efluentes.

- Os valores de FDN elevaram-se de 55,6% (material original) para 75,6% (50 dias), provavelmente como conseqüência das perdas de carboidratos solúveis, que são transformados em ácidos, e no caso da silagem de cana em etanol, durante a fermentação; após o 50º dia houve redução no teor de FDN, possivelmente, ocasionada pelo consumo de hemicelulose, o que também foi observado no trabalho de Evangelista et al. (2002). Em relação a FDA, ocorreu elevação de 28,4% (material original) até 49,1% (88 dias), possivelmente por efeito de concentração, em conseqüência também da perda de MS, principalmente carboidratos solúveis.

Em outro trabalho (Santos, 2004), avaliou-se as características bromatológicas e a degradabilidade *in situ* de silagens de cana-de-açúcar, em duas idades de corte (11 e 24 meses), com diferentes aditivos (1% de uréia; 8% de MDPS; 0,5% de mineral) e cana *in natura* com 1% da mistura uréia + sulfato de amônio. Foi observado aumento de 25,19% na produção de MS da cana-de-açúcar dos 11 aos 24 meses de idade. O tratamento com cana *in natura* adicionada com 1% da mistura uréia +

A experiência da Universidade Federal de Lavras com a ensilagem da cana-de-açúcar

Antônio Ricardo Evangelista¹
Pedro Nelson Cesar do Amaral²
Alex Carvalho de Andrade³

A cana constitui-se numa das mais importantes plantas forrageiras, contribuindo de forma significativa para a produção de carne e leite. Apresenta alto potencial de produção, cerca de 120 t/ha de massa verde (Evangelista e Lima, 2000), porém, é um alimento desbalanceado, rico em energia e pobre em proteína bruta (cerca de 2% a 3% - Torres, 2001). Assim, desde que devidamente balanceada, pode alimentar animais em confinamento ou ser utilizada para suplementar animais em pastejo.

A forma tradicional de uso é cortando, picando e fornecendo no cocho para os animais, porém, nos últimos anos, a cana-de-açúcar vem sendo utilizada sob a forma de silagem e os pecuaristas vêm adotando essa prática em escala crescente.

¹ Professor DZO-UFLA. aricardo@ufla.br.

² Estudante de Doutorado, DZO-UFLA. pnelson@ufla.br

³ Bolsista de Recém-Doutor, DZO-UFLA. acandrade@ufla.br

Entretanto, a ensilagem de gramíneas pode favorecer a ocorrência de perdas durante as várias fases do processo, de forma que nem todo o potencial produtivo da planta é convertido em alimento de qualidade satisfatória para os animais. A identificação das fontes de perdas na produção de silagem de gramíneas tropicais, bem como a estimativa de eficiência do sistema de produção, tem despertado interesse nos pesquisadores. A quantificação das perdas e a procura por técnicas que as minimizem devem ser priorizadas, uma vez que aquelas ocorridas no campo são freqüentemente subestimadas e raramente quantificadas. Esse fato faz com que o meio científico investigue características da silagem desta forrageira, a fim de orientar o produtor sobre a melhor forma de produção e de utilização da cana conservada.

Dessa forma, o Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sob a orientação do Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista, iniciou a realização de pesquisas silagem de cana-de-açúcar, em decorrência de um desafio em que se encontrava a FAEPE – Fazenda Palmital, no município de Ijaci, MG, que pertence à UFLA, devido à ocorrência de um incêndio em seu canavial em julho de 1999. Na oportunidade, a cana foi ensilada associada com sorgo moído na proporção de 4% em peso, resultando em silagem com cheiro forte de álcool, mas de aspecto bom e que foi bem consumida pelos animais (bovinos de corte em confinamento). A partir desse resultado “positivo”, foram realizados experimentos com silagem de cana pura (perfil de fermentação), com silagem de cana + aditivos, com silagem de cana em associação com outras

aditivos, apresenta fermentação tipicamente alcoólica e perda no valor nutritivo, com redução no conteúdo total de açúcares e sacarose, em decorrência do desenvolvimento de leveduras na silagem. A CT foi elevada de valores de 1,2 e 1,4 no material original, até 17,0 e 17,4 eq mg de HCl/ 100g de MS no 60º dia de abertura, para a silagem de cana pura e para a silagem de cana + 10% MDPS, respectivamente. A elevação da CT dá-se primordialmente nos primeiros dez dias do processo, contudo, sua estabilização só ocorreu após 70 dias de ensilagem. Resultado semelhante foi observado por Callieri et al. (1989), que observaram elevação intensa da CT nos quatro primeiros dias de ensilagem, passando de 4 para 15 eq mg de HCl/ 100g de MS, e estabilização entre 80 a 100 dias de ensilagem.

- Os valores de pH decresceram de 5,2 para 3,5 nos cinco primeiros dias de ensilagem; essa redução pode ser atribuída ao alto teor de carboidratos solúveis (47%, observado no experimento de Alli et al., 1983) e baixo valor da CT (1,2 eq mg de HCl/ 100g de MS) da cana. Valores semelhantes foram encontrados no tratamento com MDPS; essa queda intensa do pH nos primeiros dias é fator preponderante para obtenção de silagem de boa qualidade.

- Em relação ao teor de N-NH₃, foram observadas alterações durante todo o processo fermentativo, não ocorrendo estabilização dentro do período avaliado; o teor variou de 0,8% até 1,6 % do nitrogênio total. Esses valores apresentam-se dentro da faixa que classifica as silagens como de boa qualidade, segundo os critérios de Silveira (1975), porém, caso a cana

Tabela 3. Valores médios de capacidade-tampão (CT), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HC) de silagens de cana-de-açúcar (SC) enriquecidas com farelo de soja (FS) ou uréia.

Silagens	CT*	pH	MS	N-NH ₃	PB	FDN	FDA	HC
	eq.mgHCl/ 100g							
Testemunha	4,34C	3,39C	3,2C	27,6D	2,4D	58,4A	53,9A	4,6D
SC + 4% de FS	4,63C	3,71B	4,1C	29,5C	6,2C	53,3B	49,6B	3,6D
SC + 8% de FS	8,25B	3,76A	3,7C	32,1B	8,7A	44,4E	38,6C	5,8C
SC + 12% de FS	12,47A	3,71B	5,5C	37,6A	9,1A	44,5E	35,5D	9,0B
SC + 0,5% de uréia	5,30C	3,78A	12,5B	26,1D	4,8C	57,6A	51,3B	6,2C
SC + 1,0% de uréia	8,48B	3,75A	16,5A	29,2C	5,5C	47,8D	39,3C	8,5B
SC + 1,5% de uréia	4,80C	3,75A	11,8B	33,4B	7,7B	50,2C	35,4D	14,8A

Fonte: Lima et al. (2002b).

*Valores referentes ao material original.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Em estudo sobre o perfil de fermentação d silagem de cana-de-açúcar pura e de silagem de cana + 10% de MDPS, onde a abertura dos silos ocorreu com 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após a ensilagem (Santos et al., 2003), foi observado que:

- O teor de MS diminuiu de 36,4% para 27,0%, de 0 até 68 dias de conservação. A perda de MS pode estar relacionada com a fermentação alcoólica (Woolford, 1984). Kung Junior & Stanley (1982) observaram que a cana-de-açúcar, quando ensilada sem

fORAGEIRAS. Isso gerou vários artigos científicos publicados principalmente nos anais das reuniões da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ).

Iniciando os trabalhos de pesquisa, foram utilizados vários aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar, tais como, uréia (0,5%, 1,0% e 1,5%); farelo de soja (FS); farelo de algodão (FA); polpa cítrica (PC); farelo de trigo (FT); milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) ou casca de café (CC) (4%, 8% e 12%, com base no peso verde da cana) (Evangelista et al., 2002a, b; Lima et al., 2002a, b).

Em relação aos teores de matéria seca (MS), Evangelista e seus colaboradores, observaram elevação nos teores de MS das silagens, em todos os tratamentos, sem contudo afetar o seu padrão de fermentação. O FS e o FA, promoveram a elevação do teor de proteína bruta (PB), fato já esperado, pois são ingredientes protéicos (FS - 50 % de PB e FA - 37% de PB), sendo que os níveis de 6,71% de FS e 9,74% de FA propiciaram teor médio de 7% de PB nas silagens, considerado por Church (1988) o teor mínimo para boa fermentação ruminal. O FT elevou a PB da silagem de 2,41% para 4,09%, quando utilizado no nível de 12%. Esse fato era esperado, a julgar pelo elevado teor de PB do FT (16,9%) em relação à cana (3,4%). Embora esse aumento tenha sido da ordem de 69,7%, o valor obtido está muito aquém do mínimo exigido pelo animal. Para a uréia, houve aumento de 7,7% no teor de PB da silagem somente no nível de 1,5% de inclusão. Quanto à PC, não houve efeito significativo dos níveis utilizados, sendo o teor médio de PB das silagens de 2,43%, o que se justifica pela estreita diferença observada no teor de PB da PC (6,5%) e da cana (3,4%) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Teores de proteína bruta (PB) das silagens para os aditivos, farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA), farelo de trigo (FT) e polpa cítrica (PC), com níveis de adição de 4%, 8% e 12%, em relação ao peso da forragem verde.

Parâmetro	FS			FA			FT			PC		
	4	8	12	4	8	12	4	8	12	4	8	12
PB (%)	5,5	7,7	10,0	4,5	6,2	8,00	3,6	4,1	4,1	2,6	2,4	2,7

Fonte: Evangelista et al. (2002a,b); Lima et al. (2002a, b).

Tabela 2. Teores de proteína bruta (PB) das silagens para os aditivos, uréia (0,5%, 1,0% e 1,5%), farelo de soja (FS), milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) e casca de café (CC), com níveis de adição de 4%, 8% e 12%, com base no peso verde da forragem.

Parâmetro	Uréia			FS			MDPS			CC		
	0,5	1,0	1,5	4	8	12	4	8	12	4	8	12
PB (%)	4,8	5,5	7,7	6,2	8,7	9,1	2,7	2,6	2,6	2,6	3,1	3,7

Fonte: Evangelista et al. (2002a,b); Lima et al. (2002a, b).

Mesmo havendo aumento linear das proporções de uréia até 1,5%, e dos demais aditivos em até 12%, isso não afetou a capacidade tampão (CT) das silagens (Tabela 3), que apresentaram valores considerados baixos. Na silagem de cana, a CT não será fator limitante, pois se relaciona com a proporção de açúcares, que na cana é extremamente favorável. A baixa CT das forragens foi um dos fatores que contribuiu para que os valores de pH fossem

baixos (3,39 a 3,78), indicando que não houve resistência do meio à queda do pH, independentemente dos aditivos e dos níveis utilizados (Tabela 3).

Para o N-NH₃, o tratamento com uréia, nos três níveis utilizados, foi significativamente diferente dos demais tratamentos. Os maiores valores observados para este tratamento foram de 12,5% e 16,5% (respectivamente nos níveis 0,5% e 1,0% de uréia), que coincidiram com os menores valores protéicos, evidenciando a degradação da PB e o conseqüente aumento nos teores de N-NH₃. Os outros tratamentos tiveram valores de N-NH₃ bem abaixo do valor máximo de 8%, estabelecido por Silveira (1975), para a silagem poder ser considerada de boa qualidade (Tabela 3).

Com a adição de FS ou FA, em até 12%, observou-se redução linear da porção fibrosa da forragem, expressa em FDN e FDA, como decorrência dos baixos teores de fibra encontrados nesses concentrados (9,2% para a soja e 40,3% para o algodão). O contrário, foi observado que a adição de CC, quando utilizada no nível de 12%, elevou o teor de FDN de 58,1% para 67,6% na silagem. Entretanto, o seu efeito na FDA foi mínimo, pois reduziu de 54,0 (silagem de cana pura) para 53,8% (silagem contendo 12% de CC). Conforme McDonald (1981), os resultados são contraditórios quanto às variações que podem ocorrer nos componentes da parede celular durante a ensilagem.