

- em, *Agronomia - Ciência Animal e Pastagens*, Piracicaba, Esalq, 2003.
Orientador: Prof. Dr. Síla Carneiro da Silva.
SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: Embrapa, CNPCC, 1990. 68p. (Embrapa. CNPCC, Documentos, 44).
SBRISIA, A. F. Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, Esalq, 2004.
Orientador: Prof. Dr. Síla Carneiro da Silva.

SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA BOVINOS LEITEIROS: ASPECTOS AGRONÔMICOS E NUTRICIONAIS¹

Luiz Gustavo Nussio²
Patrick Schmidt³

1. Introdução

As vantagens do uso da cana-de-açúcar como suplemento volumoso para bovinos leiteiros são amplamente difundidas (Schmidt & Nussio, 2004) e, embora sua utilização seja tradicional, possibilitando redução do custo de produção de leite durante a seca, existem evidências contundentes de erros de manejo, que se traduzem em baixo consumo voluntário efetuado por animais, decorrente de limitações nutricionais (proteína e minerais) e físicas (tamanho de partículas).

Nesse sentido, o setor de transferência tecnológica tem sido bastante efetivo e existe grande competência adquirida em formulação de rações contendo cana-de-açúcar. Mesmo assim, muitos produtores ainda submetem os animais à subnutrição, ao oferecer cana picada como suplemento, sem a adoção de práticas tão simples de correção.

Contudo, a maior dificuldade para atingir o potencial de exploração animal usando cana não está na limitação nutricional imposta aos animais, mas no baixo desempenho agrônomico frequentemente apresentado por essa planta, em resposta às deficiências de manejo.

O texto que se segue abordará a cana-de-açúcar como estratégia de suplementação com ênfase nos indicadores agrônomicos e de desempenho de animais decorrentes de alterações promovidas pela adoção da ensilagem dessa cultura.

1. Texto elaborado com base em trabalhos apresentados durante o IV Simléite, 2004 - Ufla/MG e o II Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conserçadas, 2004 - UEM/PR.
2. Professor associado, Departamento de Zootecnia, Esalq/USP. nussio@esalq.usp.br
3. Zootecnista, aluno de doutoramento, Esalq/USP. patrick@esalq.usp.br

2. Aspectos nutricionais da cana-de-açúcar

Nutricionalmente, a cana-de-açúcar utilizada como volumoso na ração de bovinos apresenta limitações, devido ao desequilíbrio de nutrientes. Os teores de proteína bruta e da maioria dos minerais, principalmente fósforo e enxofre, são muito baixos, o que determina baixa utilização da energia digerida, apesar de a digestibilidade (54 a 65% da MS) ser considerada de valor intermediário (Boin & Tedeschi, 1993).

Os açúcares solúveis e a fração fibrosa são, quantitativamente, os dois principais componentes da cana-de-açúcar, que apresentam taxas de degradação ruminal e digestibilidade bastante diferentes. Ao contrário de outras gramíneas forrageiras, a cana-de-açúcar apresenta elevação na digestibilidade da matéria seca com o avanço da idade fisiológica, devido à elevação no teor de carboidratos solúveis (açucares) e redução relativa no teor de parede celular (fração fibrosa).

Os açúcares, principalmente sacarose, são a principal fonte energética da cana-de-açúcar, que apresenta elevada solubilidade e degradabilidade ruminal. Entretanto, para o aproveitamento dessa energia é necessário uma fonte proteica de alta solubilidade, para agir em sincronismo no rúmen e possibilitar o crescimento dos microrganismos ruminais e formação de proteína microbiana. Esse sincronismo é obtido usando-se a mistura uréia+sulfato de amônio, que vem suportando os bons resultados da adoção da cana-de-açúcar como volumoso, traduzidos pelos desempenhos satisfatórios dos animais.

Já a fração fibrosa da cana-de-açúcar (carboidratos estruturais), possui baixa digestibilidade (> 40%) e exerce função fundamental na limitação da ingestão voluntária pelo animal. O consumo está diretamente relacionado com o conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento. Quanto maior o teor de FDN da cana-de-açúcar e menor a digestibilidade dessa fração fibrosa, menor o consumo desse volumoso (Landell et al., 2002).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da cana-de-açúcar é diretamente associado ao conteúdo intracelular, que nessa planta apresenta altos teores de sacarose. Esse conteúdo celular, com coeficiente de digestibilidade próximo a 100% (Van Soest, 1994), apresenta comportamento diferenciado nessa gramínea, elevando a

concentração com o aumento da idade fisiológica e determinando, assim, redução relativa no teor da fração fibrosa. Dessa forma, no ponto ideal de colheita, a cana-de-açúcar possui alto teor de NDT, aliado a alta produtividade de MS.

Devido ao baixo teor protéico da cana-de-açúcar, situando-se entre 2 e 3% da MS, a correção com fontes de nitrogênio é essencial ao bom aproveitamento da energia contida nesse volumoso. Dentre as fontes de nitrogênio não-protéico (NPN) disponíveis, a uréia destaca-se em função da disponibilidade e do custo satisfatório por unidade de nitrogênio.

Para não limitar a síntese de aminoácidos sulfurosos essenciais, a inclusão de uma fonte de enxofre faz-se necessária, mantendo-se a relação N:S em 12:1 (NRC, 1989). Na prática, essa proporção é obtida usando-se a mistura de uréia e sulfato de amônio (9:1), fornecida, tradicionalmente, no nível de 1% da massa verde de cana picada.

Revisando a literatura, Da Silva & Shrisistia (2000) verificaram que, quando suplementada apenas com uréia e minerais, a cana propiciou nutrientes apenas para atender às exigências de manutenção, ou baixos níveis de desempenho. Da mesma forma, Lima & Mattos (1993) afirmam que a suplementação da cana-de-açúcar apenas com uréia e minerais não garante níveis de desempenho satisfatório para animais em crescimento e vacas em lactação, devido às elevadas exigências dessas categorias. Esses autores citam que, para reverter esse baixo desempenho, deve-se usar fontes de proteína não-degradável no rúmen (PNDR), ácidos graxos de cadeia longa e amido de baixa degradabilidade ruminal.

Recentemente, uma série de trabalhos de pesquisa vem sendo realizada, avaliando o efeito da substituição total ou parcial da silagem de milho por cana-de-açúcar para bovinos leiteiros, visando reduzir os custos com alimentação e elevar a disponibilidade de volumosos, sem necessidade de ampliação da área destinada à produção de forragem na propriedade (Magalhães, 2001; Sousa et al., 2002; Costa et al., 2003).

Um exemplo da competência adquirida na formulação de rações usando cana-de-açúcar foi relatado por Corrêa et al. (2003), que avaliaram rações para vacas holandesas de alta produção, contendo alternativamente cana-de-açúcar, silagem de milho com textura macia

ou silagem de milho com textura endurecida como volumosos únicos, em rações com 45,5% de forragem na MS e mesmo teor de FDN proveniente do volumoso (Tabela 1). Em vez da uréia, foi utilizado farelo proteínoso de milho para elevar o teor de PB da cana, para assemelhar-se ao teor existente na silagem de milho.

Tabela 1. Composição e desempenho de vacas de alta produção alimentadas com rações baseadas em cana-de-açúcar, silagem de milho dentado (macio) ou silagem de milho duro.

Variáveis	Rações		
	Silagem dentado	Silagem duro	Cana-de-açúcar
Proteína bruta, % MS	19,6	19,1	19,6
FDN, % da MS	26,9	27,9	27,0
Consumo MS, kg/dia	23,0 ^a	23,1 ^a	21,5 ^b
Produção leite, kg/dia	34,2 ^a	34,6 ^a	31,9 ^b
Gordura leite, %	3,5	3,5	3,6
Mastigação, min/dia	704	710	687
Digestibilidade aparente MS, %	63,6	63,0	61,4
Digestibilidade aparente FDN, %	42,4 ^a	41,7 ^a	23,1 ^b

Fonte: Adaptado de Corrêa et al. (2003).

Os índices de desempenho alcançados são muito satisfatórios, inclusive pelo fato de a ração baseada em cana-de-açúcar ter apresentado consumo e produção de leite ligeiramente inferiores aos obtidos para silagem de milho, provavelmente em virtude da menor digestibilidade da fração FDN. A efetividade física do FDN parece ter sido semelhante entre os tratamentos, uma vez que não houve diferenças nos teores de gordura do leite e mastigação. Os autores afirmam que, devido ao maior custo de correção no teor de proteína da cana-de-açúcar, com o farelo proteínoso de milho, as dietas formuladas com esse volumoso tiveram o custo aumentado em relação àquelas contendo uréia. Ainda assim, rações formuladas com cana são geralmente de menor custo, comparativamente àquelas contendo outros volumosos suplementares tradicionais. A adoção dessas rações depende de fatores agrônomicos e do interesse em aumentar a produção de leite por unidade de área. Nesse trabalho, a cana-de-açúcar apresentou-se como opção viável para alimentar vacas com elevada produção de leite e conseqüente maior exigência nutricional.

Os resultados do experimento de Corrêa et al. (2003) caracterizam o enorme potencial que a cana-de-açúcar apresenta em rações adequadamente formuladas para ruminantes e estabelece o desafio ao aperfeiçoamento da nutrição clássica de bovinos.

3. Aspectos agrônomicos da cana-de-açúcar

A concentração de esforços para elevação dos índices produtivos da cana-de-açúcar nas propriedades pecuárias deve estar entre os principais focos de atenção de pesquisadores e extensionistas. Algumas hipóteses podem ser sugeridas para explicar as diferenças verificadas em produtividade entre propriedades que produzem cana-de-açúcar como alimento volumoso e propriedades dedicadas à produção industrial dessa planta. O pecuarista, em geral, não apresenta interesse específico em agricultura, ocorrendo assim descaso com práticas agrônomicas, como controle deficiente de invasoras ou doses de adubações insatisfatórias, comprometendo a produtividade da planta forrageira. Essa "visão", aliada ao conceito tradicional de que a cultura destinada à alimentação animal não necessita dos mesmos cuidados que a agricultura empresarial, tem levado a produtividades modestas e elevação nos custos do volumoso. O fato de as glebas mais irregulares e de os solos de menor potencial produtivo serem destinados à pecuária é fator adicional que contribui para as diferenças nos índices de produtividade, do setor pecuário, em relação ao setor sucroalcooleiro.

Como agravante, os talhões com manejo agrônomico inadequado apresentam menor longevidade, necessitando de reformas mais frequentes (a cada três ou quatro anos), o que eleva significativamente o custo do volumoso. Nussio & Ponchio (2004) estimam redução média de 8,8% no custo da unidade de matéria seca (MS) para cada ano de aumento na longevidade do talhão, acima de quatro anos (Figura 1), devido à diluição dos custos de formação do canavial.

A colheita mecanizada pode se mostrar um dos principais fatores determinantes da redução na vida útil do canavial, devido à rebrota irregular ou deficiente, em função da altura inadequada de corte, do esmagamento de colmos, da morte de soqueiras e da compactação do solo, quando as condições para realização dessa colheita são ina-

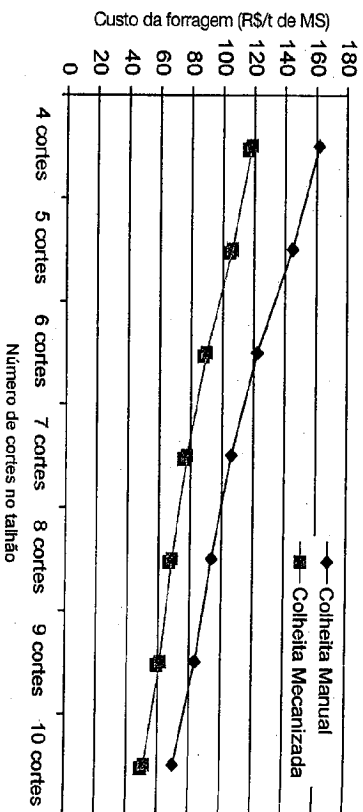


Figura 1. Estimativa do custo da cana-de-açúcar com o aumento da longevidade do talhão em sistemas de colheita manual e mecanizada.
Fonte: Nussio & Ponchio (2004).

degradadas. Em recente pesquisa, Landell (2004), citado por Schmidt e Nussio (2004), avaliou o potencial de rebrotação de 27 variedades de cana-de-açúcar submetidas ao corte mecanizado, observando grande variação entre os materiais testados, sendo que as variedades SP80-1816 e IAC86-2480 mostraram-se superiores, com menor índice de arranquio de touceiras e maior vigor de rebrotação de perfilhos. Em um futuro próximo, esse fator deverá ser considerado na escolha da variedade a ser cultivada para produção de forragens, mediante corte mecanizado.

Além da colheita mecanizada, uma série de outras variáveis que influenciam o vigor da rebrota devem ser criteriosamente avaliadas para assegurar a longevidade do canavial. Segundo Manzano et al. (2002), para maior aproveitamento dos talhões, deve ser feita a adubação e o controle de possíveis invasoras, bem como a descompactação do solo, após a ocorrência das primeiras chuvas. Quando essas práticas culturais são realizadas mecanicamente e ao mesmo tempo, denominada-se tríplice operação. Nessa operação, o fertilizante é incorporado no sulco aberto por uma haste subsoladora e o controle das plantas daninhas é feito por pequenos conjuntos de grades.

Embora a tríplice operação seja essencial para permitir rebrotação adequada e elevar a longevidade do canavial, essa operação

é dificultada em propriedades que realizam o corte diário da cana, pois, nesse caso, o canavial apresenta-se em gradiente de rebrota. Uma alternativa para concentrar as atividades de tratamentos culturais, ou reforma do canavial, é a ensilagem da cana-de-açúcar, com corte da gleba toda simultaneamente, o que permite uniformização do crescimento da rebrota e maior eficiência de controle de plantas daninhas, indicando possibilidade de aumento na longevidade do talhão. Com a ensilagem, pode-se liberar grandes áreas em curto espaço de tempo, além de aumentar a flexibilidade no uso do volumoso.

Ao ensilar os excedentes de produção, constatados em outubro-novembro, evita-se a manutenção da biomassa de forragem no campo até a nova safra, reduzindo as perdas nutricionais originadas pelas canas "bisadas" e, principalmente, diminuindo os riscos de acarnamento que normalmente inviabilizam o corte mecanizado. Da mesma forma, canaviais submetidos a incêndio voluntário ou acidental, ou queimados pela geada, precisam ser usados rapidamente, para evitar a conversão de sacarose e a respiração indesejável de carboidratos, sendo, nesse caso, obrigatório o processo de ensilagem.

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

4. A ensilagem da cana-de-açúcar

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

Pode-se ter idéia da notoriedade assumida pela silagem de cana-de-açúcar nos últimos anos ao 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 2).

A quase totalidade dos trabalhos de pesquisa desenvolvidos com silagens de cana-de-açúcar tem buscado a obtenção de aditivos que inibam a fermentação alcoólica, característica desse material, e minimizem as perdas desse processo.

4.1. Etanol em silagens de cana-de-açúcar

As particularidades da fermentação de silagens de cana-de-açúcar foram exploradas em recentes revisões (Nussio et al., 2003; Nussio & Schmidt, 2004), cabendo aqui uma breve consideração sobre o valor energético do etanol.

Silagens de cana caracterizam-se pela elevada produção de etanol, em detrimento dos carboidratos solúveis (açúcares), promovida por leveduras epífitas que vêm do campo com as plantas. Por ser facilmente volatilizado, o etanol produzido acarreta elevadas perdas de MS e redução no valor nutritivo da forragem.

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., 2004a). Contudo, se ingerido, o etanol pode apresentar significativa contribuição energética ao animal, sendo esse valor desconsiderado nas análises bromatológicas tradicionais.

Durix et al. (1991) avaliaram o efeito da infusão de doses de etanol marcado com ^{14}C (1, 4 e 8 g/l/dia), em um simulador ruminal de fluxo semicontínuo (Rusitec), e observaram elevação de até 40% na

Tabela 2. 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

produção de ácidos graxos voláteis (AGVs), principalmente ácido acético (77-80% dos AGVs totais formados a partir do etanol). Contudo, apenas uma pequena parte do etanol foi convertida a AGVs e, como não foi verificada a presença de carbono marcado na fase gasosa (CO_2 e CH_4), 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 mediante conversão a AGVs no rúmen. Não foi verificado efeito das doses de etanol sobre a 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 etanol e a fermentação de alimentos sólidos é pouco significativa.

4.2. Atualizações sobre o uso de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar

O uso de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar tem por objetivo alterar a principal rota fermentativa verificada nessas silagens e reduzir as perdas de valor nutritivo nesses volumosos, através da inibição da população de leveduras e/ou bloqueio da via fermentativa de produção de álcoois.

As revisões de Nussio et al. (2003) e Nussio & Schmidt (2004) abordaram em profundidade as opções de aditivos e os principais resultados obtidos em silagens de cana-de-açúcar.

Como tendência geral dos resultados, pode-se afirmar que a escolha do aditivo a ser usado deve ser baseada em critérios que considerem aspectos como recuperação de MS na ensilagem, estabilidade em aerobiose e o diferencial em desempenho de animais consumindo essas silagens. A justificativa para a adoção de um aditivo deverá considerar, além de resultados técnicos satisfatórios, seu custo em contraste com o benefício médio ponderal.

4.2.1. ADITIVOS QUÍMICOS

Dentre as opções de aditivos químicos disponíveis, a uréia, o benzoato de sódio e o hidróxido de sódio (NaOH) têm sido os mais pesquisados e aplicados.

O uso de uréia, em doses variando de 0,5 a 2,0% da massa verde (MV), foi avaliado por vários pesquisadores (Andrade & Ferrari Jr.,

2003; Pedroso, 2003; Schmidt et al., 2004b; Siqueira et al., 2004a). Os resultados sugerem que doses entre 0,5 e 1,0% da MTV são mais efetivas em reduzir perdas fermentativas, uma vez que, em doses superiores, o poder de tamponamento exercido pela uréia, bem como o custo da dose, pode ser crítico ao processo de conservação. Contudo, a comparação entre os trabalhos mostram resultados pouco consistentes. É importante ressaltar que a recuperação de N nas silagens aditivadas com uréia é geralmente alta (acima de 70%), o que deve ser computado como benefício adicional na escolha desse aditivo.

Da mesma forma que a uréia, estudos têm focado o tratamento alcalino da cana na ensilagem, como forma de reduzir perdas fermentativas. Pesquisas desenvolvidas por Pedroso et al. (2002), Siqueira et al. (2004b) e Andrade & Ferrari Jr. (2003) têm apontado redução na produção de etanol, na perda total de MS, na produção de gás e de efluentes em silagens de cana tratadas com NaOH, provavelmente com melhores resultados para a dose de 1% da MTV.

Embora apresente resultados técnicos bastante satisfatórios, o uso do hidróxido de sódio tem sofrido restrições, em virtude da possibilidade de contaminação do ambiente e do excesso de Na na dieta, nas fezes e na urina dos animais (Berger et al., 1994) e, sobretudo, pelo dano potencial à saúde humana causado durante sua aplicação, em especial problemas respiratórios e epiteliais, que devem ser criteriosamente avaliados.

Resultados particularmente promissores para o uso de benzoato de sódio na ensilagem da cana-de-açúcar foram verificados por Pedroso et al. (2002) e Siqueira et al. (2004b), com redução na produção de gás e na perda total de MS, na dosagem de 0,1% da MTV. Contudo, a aplicação prática desse produto ainda é limitada, principalmente em função do desconhecimento de seu uso como aditivo de silagens e de variações sazonais no custo e na disponibilidade do produto.

4.2.2. ADITIVOS MICROBIANOS

Os aditivos microbianos geralmente contêm cepas de bactérias lácticas, que podem ser divididas em dois grupos principais: as bactérias homoláticas (BAL), que se caracterizam pela elevada e exclusiva produção de ácido láctico; e as bactérias heteroláticas, que

produzem, em detrimento do ácido láctico, quantidades significativas de ácido acético.

O uso de bactérias homoláticas (BAL) em silagens de cana-de-açúcar tem sido evitado, uma vez que o principal produto fermentativo desses microrganismos (ácido láctico) é usado como substrato no metabolismo da levedura, potencializando a produção de etanol (Pedroso et al., 2002; Silva, 2003).

Por outro lado, bactérias heterofermentativas, notadamente *Lactobacillus buchneri*, têm apresentado reduções significativas na produção de etanol e nas perdas por gases e perdas totais de MS (Pedroso et al., 2002; Siqueira et al., 2004c), uma vez que o ácido acético produzido em grande quantidade por essa bactéria constitui-se em um eficiente inibidor do desenvolvimento de leveduras (Danner et al., 2003).

Siqueira et al. (2004c) avaliaram as perdas fermentativas em silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri* ou com um aditivo composto por *Propionibacterium* e *Lactobacillus plantarum* (BAL) (Tabela 3). Observou-se que a inoculação com *L. buchneri* foi efetiva em reduzir as perdas, em relação à silagem sem aditivos (controle), e que a inoculação com *Propionibacterium* + BAL não apresentou efeitos benéficos na ensilagem da cana-de-açúcar.

Os dados apresentados apontam a necessidade de proceder à correta escolha do aditivo a ser aplicado em silagens de cana-de-açúcar, uma vez que aditivos inadequados podem até reduzir a qualidade das silagens, o que implica, invariavelmente, em elevação significativa no custo por unidade de matéria seca digerível do volumoso.

A perda de componentes nutritivos após a abertura dos silos é também um fator determinante do valor nutritivo das silagens. A

Tabela 3. Efeitos médios da inoculação com dois aditivos microbianos sobre o pH e perdas em silagens de cana-de-açúcar.

Tratamentos	pH ¹	Produção de gás (% MS)	Produção de efluentes (kg/t MV)	Perda total de MS (%)
Controle	3,74 ^a	17,0 ^a	95,9 ^a	31,0 ^a
<i>L. buchneri</i> ¹	3,48 ^b	12,2 ^b	68,4 ^b	16,3 ^b
<i>Propionibacterium</i> + <i>L. plantarum</i>	3,61 ^b	19,0 ^a	87,7 ^a	32,3 ^a

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, são estatisticamente iguais pelo teste Tukey (P < 0,05).
Fonte: Siqueira et al. (2004c).

exposição da silagem ao oxigênio no painel do silo, após a abertura, e no cocho é inevitável, permitindo o crescimento de microrganismos aeróbios que causam a deterioração da forragem. Dessa forma, o efeito de aditivos deve ser avaliado também em relação à estabilidade no período pós-abertura.

Siqueira et al. (2004b) demonstraram aumento na estabilidade das silagens inoculadas com *L. buchneri* ou com mistura de *Propionibacterium* e *L. plantarum*, em relação à silagem controle. Contudo, o pH das silagens aditivadas com *Propionibacterium* + *L. plantarum* foi mais elevado no período pós-abertura, indicando possível degradação preferencial do ácido láctico em relação ao ácido acético.

4.2.3. SEQÜESTRANTES DE UMIDADE

Atualmente, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos para avaliar o uso de seqüestrantes de umidade em silagens de cana-de-açúcar (Sanjoto et al., 2003; Freitas et al., 2004; Casali et al., 2004). Entretanto, em alguns desses trabalhos em que foi evidenciado efeito positivo da inclusão desses aditivos, as reduções observadas nas perdas de MS parecem estar ligadas à elevação no teor de MS de plantas que foram colhidas com umidade elevada, o que implica em redução nas perdas por efluente. Nesses casos, a inibição na atividade de leveduras e produção de álcoois aparentemente não ocorreu ou foi pouco pronunciada. O efeito dos aditivos absorventes na fermentação das silagens de cana-de-açúcar deve ser melhor estudado, para evitar confundimento entre essas diferentes fontes de perdas durante a conservação.

Ao utilizarem níveis crescentes de rolão de milho na ensilagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, Andrade et al. (2001) verificaram redução quase completa na concentração de etanol, com a elevação em sete unidades percentuais no teor de MS, devida à inclusão de 120 kg de rolão por tonelada de massa verde. Os autores sugerem que esse efeito foi devido à não-tolerância que as leveduras apresentam a aumentos no potencial osmótico da silagem.

Segundo McDonald et al. (1991), leveduras são mais resistentes ao aumento no potencial osmótico da forragem que bactérias, sendo inativadas apenas quando a atividade de água (a_w) da forragem é de 0,6 ou menor. Greenhill (1964), citado por McDonald et al. (1991),

afirma que a a_w é função do conteúdo de umidade da planta e da concentração iônica e pode ser descrita pela seguinte equação:

$$a_w = 1 - c/m$$

onde m é o conteúdo de umidade expresso em g de água por g de MS e c é uma constante determinada pelo peso de moléculas e íons presentes na fase úmida da planta, que no caso de alfafa e trevo varia de 0,03 a 0,05.

Ao considerar o valor da constante c de 0,08 para a cana-de-açúcar, devido à elevada concentração de sacarose, a a_w seria crítica para as leveduras somente se o teor de umidade fosse inferior a 16%. Como o teor médio de MS para a cana madura varia entre 26 e 32%, parece não haver efeito direto da adição de seqüestrantes de umidade sobre a inibição (a_w crítica) de leveduras em silagens de cana-de-açúcar.

4.2.4. NOVAS PESQUISAS COM ADITIVOS

O desafio na busca de novas opções de aditivos para a ensilagem da cana-de-açúcar é constante, principalmente entre os aditivos químicos e microbianos.

Novas espécies e cepas de microrganismos, novos produtos e formulações químicas, extratos vegetais (Bravo-Martins, 2004), bem como a associação de dois ou mais produtos capazes de colibir o desenvolvimento e/ou a atividade de leveduras devem ser considerados como metas à pesquisa num futuro próximo.

5. Desempenho de bovinos leiteiros alimentados com silagens de cana-de-açúcar

Ainda são raros os trabalhos relatados na literatura referentes à avaliação de consumo e produção de leite de animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar.

Ao comparar silagem de cana-de-açúcar sem aditivos à silagem de sorgo, em relação ao desempenho de bezerros (Valvasori et al., 1998a) e produção de vacas leiteiras (Valvasori et al., 1998b), os autores não verificaram efeito do volumoso sobre o consumo total de MS e proteína bruta (PB) em ambos os ensaios. Entretanto, o ganho de peso dos bezerros foi 37% menor e a produção de leite, 9% menor, em relação aos animais consumindo silagem de sorgo.

O uso de silagem de cana-de-açúcar como único volumoso na recría de novilhas leiteiras foi por duas vezes avaliado no Departamento de Zootecnia da Esalq/USP. Pedroso (2003) avaliou o ganho de peso de novilhas holandesas alimentadas com rações contendo 46% de silagem de cana-de-açúcar na MS (Tabela 4). Os tratamentos aplicados às silagens foram: silagem controle, uréia (0,5% MV), benzoato de sódio (0,1% MV) ou *L. buchneri* (3,64 × 10⁵ ufc/g MV).

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

Tratamentos ¹	Peso inicial (kg)	Peso final (kg/dia)	Ganho diário (% PV) ²	Consumo de MS/kg MS/kg Gd ³	Consumo de MS	Conversão alimentar
Controle	387,3 ^a	443,5 ^b	0,94 ^b	8,72 ^a	2,15 ^a	9,37 ^a
Uréia	391,5 ^a	453, ^{ab}	1,03 ^b	8,75 ^a	2,17 ^a	8,63 ^{ab}
Benzoato	383,3 ^a	451,7 ^a	1,14 ^{ab}	8,61 ^a	2,12 ^a	7,63 ^b
<i>L. buchneri</i> ⁴	391,4 ^a	465,8 ^b	1,24 ^a	9,61 ^a	2,35 ^a	7,73 ^b
Média	388,3	453,7	1,09	8,92	2,19	8,34
EPM	6,18	5,84	0,06	0,40	0,11	0,53

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

¹ Rações contendo aproximadamente 46% de silagens de cana-de-açúcar: sem aditivos (controle), com uréia (0,5% MV), com benzoato de sódio (0,1% MV) e com *L. buchneri* (3,64 × 10⁵ ufc/g MV).

² PV = peso vivo.

³ Gd = ganho de peso médio diário.

Fonte: Pedroso (2003).

O autor verificou taxas de ganho de peso médio diário de 32 e 21% superiores à ração controle para as rações contendo silagens de cana tratadas com *L. buchneri* e benzoato de sódio, respectivamente. A conversão alimentar para esses tratamentos seguiu tendência semelhante. Apesar de o tratamento contendo 0,5% de uréia não ter promovido alterações significativas nas variáveis de desempenho avaliadas (consumo, ganho e conversão alimentar), os resultados de cinética de fermentação da silagem (Pedroso, 2003) sugerem a possibilidade de se explorar doses superiores a 0,5% para garantir maior eficiência de fermentação, menores perdas por etanol e maior estabilidade aeróbia da silagem.

Como consequência do ensaio anterior, Junqueira et al. (2004) avaliaram doses de 1,0 e 1,5% da MV de uréia e inoculação com *L. buchneri* (5 × 10⁴ ufc/g MV) em silagens de cana-de-açúcar sobre

o desempenho de novilhas leiteiras recebendo rações com 45% de silagem na MS (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho de novilhas alimentadas com silagens de cana-de-açúcar aditivadas e perdas de armazenamento das silagens avaliadas em silos de grande escala.

Tratamento	Consumo de MS (kg/dia)	Ganho de peso médio (kg/dia)	Conversão alimentar	Perdas no silo ¹ (% MV total)
Uréia 1,0% MV	8,46	1,11	7,7	7,8 ^a
Uréia 1,5% MV	7,69	0,95	8,2	16,5 ^b
<i>L. buchneri</i> (5 × 10 ⁴ ufc/g MV)	9,03	1,13	8,3	5,1 ^a

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de quadrados mínimos (P < 0,05).

Fonte: Junqueira et al. (2004).

Esses autores não verificaram diferenças no desempenho de animais alimentados com as silagens aditivadas com uréia ou com *L. buchneri*. Embora a aditivação com uréia tenha se mostrado eficiente em preservar o valor nutritivo na silagem de cana-de-açúcar, a inclusão de níveis superiores a 1,0% da MV aumentou as perdas de forragem deteriorada no silo, possivelmente devido ao alto poder de tamponamento apresentado por esse aditivo.

5.1. 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 ganho de peso com os valores observados em ensaios de desempenho de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar. Para novilhas holandesas alimentadas com rações contendo 46% de silagem de cana-de-açúcar na MS (Tabela 4), os autores verificaram que o programa superestimou o consumo de MS, na média em 17%, e subestimou o ganho de peso médio diário em até 50%, sendo esses efeitos mais pronunciados para os animais mais pesados.

Provavelmente, os desvios de predição observados foram devidos à presença de constituintes da silagem de cana-de-açúcar não contemplados no banco de dados do programa NRC (1996). Os produtos da fermentação dessas silagens, como o ácido acético e o etanol, podem

atuar como inibidores do consumo voluntário, embora se constituam também em substratos de alto valor energético e estimulantes do metabolismo, relacionados com os processos de síntese endógena e elevação no desempenho do animal.

5.2. Desempenho de vacas em lactação

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 MV) como volumoso exclusivo para vacas holandesas em estágio intermediário de lactação e comparou esse volumoso com a cana fresca picada diariamente, com a silagem de milho e com uma mistura (50:50) de cana fresca e silagem de milho. Na Tabela 6 são apresentadas as composições das rações experimentais, com os teores de nutrientes preditos pelo NRC - Gado de Leite (2001).

Após a picagem da cana e retirada das silagens, as rações foram fornecidas duas vezes ao dia e as vacas, manejadas em sistema *free-*

Tabela 6. Composição de rações fornecidas a vacas em lactação.

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

*Valor energético hipotético para silagem de cana-de-açúcar sem aditivos = 53% NDT. Fonte: Queiroz et al. (dados não publicados).

stall, foram submetidas a duas ordenhas diárias. O delineamento experimental utilizado foi de quadrados latinos múltiplos, com doze vacas por tratamento (múltiplas, na maioria). Em média, os animais apresentaram 176 dias em lactação no início do primeiro período e 279 dias em lactação no início do quarto período experimental. Os resultados médios de consumo, produção e composição do leite são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Consumo, produção e composição do leite de vacas holandesas confinadas e alimentadas com diferentes fontes de volumosos.

Variáveis	Volumosos				EPM
	Cana fresca	Cana fresca + silagem de milho (50:50)	Silagem de cana	Silagem de milho	
Consumo MS, kg/dia	22,32 ^b	23,47 ^a	23,47 ^a	21,58 ^c	0,12
Produção leite, kg/dia	24,65	25,19	24,42	25,54	0,75
Produção leite 4% G, kg/dia	22,10	23,02	22,13	24,02	0,73
Eficiência, kg leite/kg MS	1,10 ^b	1,08 ^b	1,04 ^b	1,21 ^a	0,03
Eficiência, kg leite 4% G/kg MS	0,99 ^b	0,99 ^b	0,94 ^b	1,13 ^a	0,03
Gordura, %	3,34 ^b	3,49a ^b	3,38 ^b	3,61 ^a	0,07
Produção 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 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 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 sólidos totais, kg/dia	2,87	2,96	2,84	3,03	0,10
Sólidos não-gordurosos, %	8,33	8,30	8,25	8,24	0,09
Produção SNG, kg/dia	2,06	2,10	2,02	2,11	0,07

(P < 0,05)

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

As rações com silagem de cana e cana fresca + silagem de milho apresentaram 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 propiciado diferença numérica de 1,1 kg de leite/dia a mais que as rações baseadas em silagem de cana. Dessa forma, a eficiência de produção foi maior para a ração tradicio-

nal, baseada em silagem de milho, em relação às rações compostas com outros volumosos.

O teor de gordura do leite, de maneira semelhante, foi maior para a ração com silagem de milho exclusiva ou em mistura com cana fresca. As demais variáveis de composição do leite não foram 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, devido a perdas fermentativas. Contudo, os produtos de fermentação de silagens de cana aditivadas com *L. buchneri*, como o ácido acético e o etanol, têm grande importância metabólica para o animal, como fontes de energia prontamente disponível, apesar de a contribuição energética desses compostos ser desprezada nas análises bromatológicas tradicionais. Como visto, esses compostos podem incrementar o desempenho dos animais, alterando o consumo de MS e a produção de leite.

Rações baseadas em silagem de cana-de-açúcar acarretaram maior consumo de MS, o que 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 poderia ser devida à menor estabilidade da cana fresca no cocho, em relação à silagem de cana, influenciando positivamente a aceitação dessa forragem pelos animais.

Na Tabela 8 são apresentados os dados médios das oito melhores vacas de cada grupo, com vistas a demonstrar o potencial alcançado no experimento.

Ao isolar-se os dados de produção das oito melhores vacas de cada tratamento, observa-se aumento na produção de leite, de sólidos e na eficiência, em relação aos dados contendo todos os animais, sem contudo verificar-se mudança no comportamento das variáveis.

O uso de rações baseadas em cana-de-açúcar para vacas de alta produção em estágio intermediário de lactação (média de 176 dias em lactação) e com produções acima de 26 kg/dia constata o elevado potencial para utilização desse volumoso, tradicionalmente recomendado para animais de baixa produção.

210

Tabela 8. Consumo, produção e composição do leite das oito vacas holandesas de maior produção.

Variáveis	Volumosos			EPM	
	Cana fresca	Cana fresca + silagem de milho (50:50)	Silagem de cana		Silagem de milho
Produção leite, kg/dia	27,56	28,14	26,42	28,31	0,94
Produção leite 4% G, kg/dia	24,09 ^{ab}	25,18 ^{ab}	23,47 ^b	26,15 ^a	0,92
Eficiência, kg leite/kg MS	1,23 ^{ab}	1,21 ^b	1,12 ^b	1,33 ^a	0,04
Eficiência, kg leite 4%G/kg MS	1,07 ^b	1,08 ^b	1,00 ^b	1,23 ^b	0,04
Gordura, %	3,14 ^a	3,31 ^{ab}	3,25 ^{ab}	3,48 ^a	0,07
Produção Gordura, kg/dia	0,87 ^b	0,93 ^{ab}	0,86 ^b	0,99 ^a	0,04
Proteína, %	3,10	3,11	3,07	3,05	0,05
Produção Proteína, kg/dia	0,85	0,87	0,80	0,86	0,02

(P < 0,05)
Fonte: Queiroz et al. (dados não publicados).

6. Estimativa de custos de aditivação em silagens de cana-de-açúcar – Modelo gado de corte

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 operacional 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.

Na Tabela 9 são apresentadas variáveis de perdas, valor nutritivo e custos, relativos à cana-de-açúcar fresca, silagem de cana sem aditivos (controle) e silagem de cana aditivada com uréia (1% MV), benzoato de sódio (0,1% MV) e *Lactobacillus buchneri* (5 × 10⁴ ufc/g MV). Os valores adotados para perdas de MS, valor nutritivo e consumo de MS

211

Tabela 9. Variáveis de custo associadas à inclusão de aditivos em silagens de cana-de-açúcar.

Variáveis	Tratamentos				
	Cana fresca	Controle (sem aditivos)	Uréia (1% MV)	Benzoato de sódio (0,1% MV)	L. buchneri (5 x 10 ⁴ ufc/g 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 a campo ¹	+	—	—	—	—
Logística operacional	—	+	+	+	+
Valor nutritivo²					
% NDT volumoso	60	50	56	56	58
% FDN volumoso	57	67	62	60	58
% PB volumoso	3,0	3,7	9,5	3,3	3,1
Consumo de MS observado	7,8	7,1	7,5	7,5	7,8
Gainho de peso esperado em ração com 60% de concentrado, kg/dia ³	1,25	0,90	1,11	1,11	1,22
Custos					
Custo do aditivo, R\$/t MV	—	—	10,30	7,50	6,50
Custo final do volumoso, R\$/t MS	110,03	202,96	233,72	210,88	202,99
Custo na engorda, R\$/@	42,96	61,72	52,70	53,24	51,15
Dias para produzir uma arroba	24	34	27	27	25

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

² Estimativas baseadas em ensaios de desempenho de animais realizados pelo Departamento de Zootecnia, Esalq/USP.

³ Estimativas de desempenho baseadas em ensaios realizados pelo Departamento de Zootecnia, Esalq/USP, e preditas pelo programa NRC (1996) Gado de Corte - Macho castrado, 14 meses, 350 kg PV; concentrado à base de farelo de algodão, polpa cítrica peletizada, uréia e mistura mineral.

foram obtidos por médias de ensaios experimentais desenvolvidos no Departamento de Zootecnia da Esalq/USP, e por revisão de literatura. O ganho de peso esperado foi obtido usando-se o programa NRC - Gado de corte (1996), alterando-se a composição química do volumoso e o nível de ingestão verificado em ensaios de desempenho de animais a campo. O custo para aquisição dos aditivos foi atualizado para o mês de setembro de 2004 e a estimativa de custo dos volumosos foi determinada usando-se planilhas desenvolvidas pelos Departamentos de Zootecnia e Economia Agrícola da Esalq/USP.

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 que o custo dos volumosos propriamente ditos.

A silagem de cana sem aditivos (controle) apresenta custo 84,5% superior à 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 relativo à aditivação determina o menor custo da tonelada de MS dentre as silagens avaliadas. Entretanto, em função do menor valor nutritivo e do consumo de MS 10% inferior à cana fresca, a silagem de cana controle produz a arroba com custo relativo mais elevado.

A aditivação com 1% de uréia na MV da cana produz o volume de maior custo, em função do elevado custo 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 que na silagem aditivada com benzoato de sódio. Para ambas, considerou-se redução de 5% no consumo de MS em relação à cana fresca. Entretanto, alguns dados sugerem que essa redução possa superar 10%. Embora apresente custos por arroba e valor nutritivo semelhantes, o fator 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. Baseando-se em ensaios em andamento no Departamento de Zootecnia da Esalq/USP (Mari et al., dados não publicados, e Queiroz et al., dados não publicados), não tem sido observada redução no consumo de MS para essa silagem em relação à rações similares contendo cana fresca.

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 fornecimento de cana fresca deve levar em consideração a elevação nos custos, o ganho em operacionalidade, logística e a redução de riscos agrícolas na propriedade, proporcionados pela conservação desse volumoso.

7. Conclusões

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem por várias razões vem apresentando interesse crescente nos setores produtivos e de pesquisa. A possibilidade de redução no custo de produção do leite, mesmo na suplementação volumosa de verão, é uma das principais vantagens ao se considerar essa tecnologia. Contudo, a obtenção de resultados técnicos e econômicos positivos invariavelmente é dependente da escolha correta do aditivo a ser usado na ensilagem.

Os dados apresentados nessa revisão indicam que alguns aditivos, em especial o benzoato de sódio, a uréia e a bactéria heterolática *L. buchneri*, mostraram-se efetivos no controle de fermentações indesejáveis durante a ensilagem da cana-de-açúcar, reduzindo as perdas de MS no processo e, como principal indicador de valor nutritivo, elevaram o desempenho de animais que receberam rações com essas silagens.

A comparação dos dados de produção de vacas em dietas equilibradas, adotando-se o balanço de proteína metabolizável como critério de atendimento da deficiência de N da cana-de-açúcar, evidencia que a diferença nos índices produtivos, em relação às rações tradicionais baseadas em silagem de milho, é relativamente pequena. Da mesma forma, não são esperados decréscimos em consumo e desempenho

ao se comparar silagens de cana-de-açúcar corretamente aditivadas à cana fornecida fresca e picada.

A confirmação desses resultados certamente acarretará uma mudança nos padrões de alimentação volumosa de vacas leiteiras, principalmente no tocante ao ganho em operacionalidade proporcionado pela ensilagem nas propriedades que utilizam cana-de-açúcar sob manejo em capineira, ou pela redução em custo e/ou área plantada nas propriedades que trabalham com silagem de milho.

8. Referências bibliográficas

- ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolo-de-milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 9, p. 1169-1174, 2001.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E. Composição química da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e diferentes doses de hidróxido de sódio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria: SBZ, CD-ROM, 2003.
- BERGER, L. L.; FAHEY, G. C.; BOURQUIN, L. D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D. C. (ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*. 1. ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p. 922-966.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: PEIXOTO, A. M. et al. (ed.). *SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS*, 5., Piracicaba, 1993. Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 1993. p. 107-126.
- BRAVO-MARTINS, C. E. C. Identificação de leveduras envolvidas no processo de ensilagem de cana-de-açúcar e utilização de extratos vegetais como seus inibidores. Lavras, 2004. 148p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, 2004.
- CASALI, A. O.; REZENDE, A. V.; BARCELOS, A. F. et al. Avaliação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) aditivada com raspa de batata (*Solanum tuberosum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. *Anais...* Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004.
- CORRÊA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. *Scientia Agricola*, v. 60, n. 4, p. 623-629, 2003.
- COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. C.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras submetidas a dietas com diferentes relações de volumoso:concentrado, sendo o volumoso cana-de-açúcar ou silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. *Anais...* Santa Maria: SBZ, CD-ROM, 2003.

- DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E. et al. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 1, 2003.
- DA SILVA, C. C.; SBRISIA, A. F. Cana-de-açúcar e uréia na alimentação de bovinos. In: MYADA, V.S. et al. (ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, Goiânia, 2000. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 107-120.
- 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.
- FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004.
- JUNQUEIRA, M. C.; NUSSIO, L. G.; ZOPELLATTO, 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.
- LANDELLI, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A. et al. A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Boletim Técnico IAC**, n. 193, 2002. 36p.
- LIMA, M. L. M.; MATOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: PEIXOTO, A.M. et al. (ed.). SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1993. p. 77-105.
- MAGALHÃES, A. L. R. **Cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.) em substituição à silagem de milho (Zea mays) em dietas para vacas em lactação**. Viçosa, 2001. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- MANZANO, R. P.; PENATI, M. A.; NUSSIO, L. G. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Apostila técnica Centro de Treinamento de Recursos Humanos/Fealq, 22p., 2002.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academy of Science, 1989, 157p.
- 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.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE PASTAGENS, 20., Fealq: Esalq/USP, 2003, p. 100-150.
- NUSSIO, L. G.; PONCHIO, L. Cana-de-açúcar. **Revista DPA Nestlé**, maio/2004.
- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: JOBIM, C. C. et al. (ed.). SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., Maringá, 2004. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p. 01-33.
- PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F. et al. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., Auchincruive, Scotland, 2002. **Proceedings...** Auchincruive: XIII INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, p. 66-67, 2002.
- PEDROSO, A. F. Aditivos químicos e microbianos 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: Esalq/USP, 2004, p. 243-261.
- SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. et al. Perfil da fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp. L.*) acrescida com 10% de MDPS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: SBZ, CD-ROM, 2003.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Produção e utilização de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: novas demandas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2. Lavras, 2004. **Anais...** Ufla: Simleite, p. 57-109, 2004.
- 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, 2004a.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, C. M. B.; RODRIGUES, A. A. et al. Produtividade, composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar, com e sem adição de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004b.
- SILVA, S. A. R. **Avaliação da eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos**. Goiânia: Escola de Veterinária, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária/Universidade Federal de Goiás, 2003.
- SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. et al. Silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada tratada com diferentes concentrações de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004a.
- SIQUEIRA, G. R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; BERNARDES, T. F. et al. Interações entre inoculantes microbianos e aditivos químicos na fermentação e na estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum*

- officinatum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. Anais... Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004b.
- SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; SCHOCKEN-TURRINO, R. P. et al. 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., Campo Grande, 2004. Anais... Campo Grande: SBZ, CD-ROM, 2004c.
- SOUSA, D. P.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar parcialmente substituída por carozo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. Anais... Recife: SBZ, CD-ROM, 2002.
- VALVASORI, E.; IUCCI, C. S.; PIRES, F. I. et al. Desempenho de bezerras recebendo silagens de sorgo ou cana-de-açúcar como únicos alimentos volumosos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 35, n. 5, p. 229-232, 1998a.
- VALVASORI, E.; IUCCI, C. S.; PIRES, F. I. et al. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 35, n. 3, p. 139-142, 1998b.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

UTILIZAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO COM CONCENTRADO PARA VACAS EM LACTAÇÃO MANTIDAS EM PASTAGENS TROPICAIS

Flávio Augusto Portela Santos¹

Alexandre M. Pedroso²

Junio Cesar Martinez²

Marco A. Penati³

1. Introdução

1.1. Intensificação dos sistemas de produção

A ocupação de pastagens nativas e cultivadas no Brasil é de aproximadamente 180 milhões de hectares (30% do território nacional). Aproximadamente 80% dessa área se encontra na faixa tropical (IBGE, 1996), com possibilidades de produção forrageira durante a maior parte do ano (Assis et al., 1997). Apesar de extensas e de apresentarem grande potencial, a utilização dessas áreas tem sido ineficiente, com baixas taxas de lotação das pastagens e baixas produções de leite e carne por hectare. Do leite produzido no Brasil, um volume expressivo ainda é proveniente de vacas não especializadas, mantidas em pastagens tropicais mal manejadas e sob severas restrições nutricionais (Santos & Juchem, 2001).

Entretanto, a vocação natural de grande parte das nossas bacias leiteiras para a produção em pastagens (Corst, 1986) e as profundas transformações ocorridas no sistema agroindustrial do leite a partir da década de 90 (Jank et al., 1999) têm estimulado a intensificação de sistemas de produção de leite (Santos et al., 2003). Elevadas produções de leite por área, investimentos moderados em instalações e custos

¹ Professor associado, Departamento de Zootecnia, Esalq/USP.

² Alunos de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, Departamento de Zootecnia, Esalq/USP.

³ Pesquisador Dr., CTRH – Departamento de Zootecnia, Esalq/USP.