

# PRODUÇÃO e UTILIZAÇÃO de FORRAGENS CONSERVADAS



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico

**FUNDAÇÃO  
ARAUCÁRIA**

Apoio ao Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico do Paraná



**UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DE MARINGÁ**

Produção e utilização de forragens conservadas

III SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO  
DE FORRAGENS CONSERVADAS

EDITORES

Clóves Cabreira Jobim  
Ulysses Cecato  
Marcos Weber do Canto

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Zootecnia

Maringá-PR-Brasil  
2008

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S612p Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 3

Produção e utilização de forragens conservadas / Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Marcos Weber do Carmo. – Maringá: Masson, 2008.  
241 p.

1. Forragicultura. 2. Forragens conservadas - Produção. 3. Zootecnia. 4. Ciências agrárias. 5. Silagens e feno.

CDD – 630 - 22. ed.  
CIP - NBR 12899 - AACR/2

### III SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS

#### Promoção

Centro de Ciências Agrárias (CCA)-UEM  
Departamento de Zootecnia - UEM  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia-PPZ  
Grupo de Pesquisa Silage-Feno (UEM 0102)

#### Apoio

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
FA - Fundação Araucária  
Associação Paranaense dos Estudantes de Zootecnia (APEZ)  
Grupo PET-Zootecnia-UEM  
Zoojúnior-UEM

## PREFÁCIO

A cada ano o Brasil se consolida como grande produtor e exportador de carne e leite. Vários são os fatores determinantes desse cenário, dentre os quais cabe destacar o avanço científico e tecnológico na área de forragicultura e pastagens. A profissionalização dos produtores, nos diferentes sistemas de produção exige forte demanda de conhecimento na área. A realização do **III SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS** tem como objetivo principal reunir pesquisadores e profissionais que atuam na área de forragicultura, com a finalidade de divulgar os principais avanços com relação à produção e utilização de forragens conservadas. Assim, essa obra contém assuntos de grande relevância na produção de silagens e fenos, disponibilizando aos interessados conhecimentos que poderão contribuir para a melhoria do sistema de produção de carne ou leite.

*Os Editores*

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas</b><br><i>Ricardo Andrade Reis, Gustavo Rezende Siqueira, Marcella de Toledo Piza Roth, Anna Paula de Toledo Piza Roth.....</i>                           | 9   |
| <b>Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne</b><br><i>Gustavo Rezende Siqueira, Flávio Dutra de Resende, Juliano Roman, Ricardo Andrade Reis, Thiago Fernandes Bernardes.....</i> | 41  |
| <b>Uso estratégico de silagens em sistemas de produção de leite</b><br><i>Leopoldo Braz Los, João Ricardo Alves Pereira.....</i>                                                                                   | 89  |
| <b>Microbiologia de forragens conservadas e suas aplicações</b><br><i>Mateus Castilho Santos, Oscar Cezar Müller Queiroz, Luiz Gustavo Nussio.....</i>                                                             | 101 |
| <b>Aditivos químicos e biológicos no tratamento de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos</b><br><i>Patrick Schmidt.....</i>                                                                                   | 117 |
| <b>Estratégias para o uso de subprodutos da agroindústria associados à silagens</b><br><i>Luís Carlos Vinhas Ítavo, Camilla Celeste Brandão Ferreira Ítavo.....</i>                                                | 153 |
| <b>Mercado atual e perspectivas para comercialização de forragens conservadas no Brasil</b><br><i>João Ricardo Alves Pereira, Clóves Cabreira Jobim, Eclidir Deodotto Júnior.....</i>                              | 197 |
| <b>Avanços tecnológicos na irrigação de áreas de produção de forragem</b><br><i>Fernando Campos Mendonça.....</i>                                                                                                  | 213 |

# FATORES QUE AFETAM O CONSUMO DE FORRAGENS CONSERVADAS

Ricardo Andrade Reis<sup>1</sup>  
Gustavo Rezende Siqueira<sup>2,3</sup>  
Marcella de Toledo Piza Roth<sup>4</sup>  
Anna Paula de Toledo Piza Roth<sup>5</sup>

1- Prof. DZO da Unesp – Campus de Jaboticabal, Bolsista do CNPq  
rareis@fcav.unesp.br;

2- Pesq. da Apta regional da Alta Mogiana, Colina-SP

3- Doutorando do DZO da Unesp – Campus de Jaboticabal  
siqueiragr@apta.sp.gov.br;

4- Doutoranda do DZO da Unesp – Campus de Jaboticabal  
marcellaroth@yahoo.com.br;

5- Mestranda do DZO da Unesp – Campus de Jaboticabal  
annapaularoth@yahoo.com.br;

## 1 INTRODUÇÃO

Os processos de conservação de forragem, fenação e ensilagem, causam alterações acentuadas na composição química da forragem e, dependendo da intensidade dessas alterações têm-se reduções no valor nutritivo e na qualidade da forragem conservada.

As perdas nos processos de ensilagem e fenação têm início no campo, incluindo as perdas mecânicas causadas pelo corte, condicionamento, picagem, enleiramento, enfardamento e manuseio da forragem, podendo, ainda, ocorrer perdas por respiração celular e lixiviação devido à ocorrência de sereno e de chuvas. As perdas no campo aumentam, enquanto as de armazenamento diminuem em resposta à elevação no conteúdo de MS da forragem. Na ensilagem observam-se menores níveis de perdas no campo em relação à fenação, uma vez que a forragem é recolhida com maior conteúdo de umidade. Contudo, esse procedimento pode acarretar maiores perdas durante o armazenamento.

Na Tabela 1 estão relacionados os parâmetros utilizados para a avaliação do valor nutritivo das silagens. Pode-se observar que rotineiramente as análises se concentram quase exclusivamente nos fatores relacionados à cultura, e em

particular ao estágio de desenvolvimento. As análises relacionadas a fermentação muitas vezes são relegadas a plano secundário. Além disto, tem-se a utilização de índices qualitativos (energia líquida, nutrientes digestíveis totais) calculados com base nos conteúdos dos componentes da fração fibrosa e do conteúdo celular, e poucas informações relacionadas ao consumo. Este aspecto é relevante, pois nas condições brasileiras há necessidade de se considerar que a composição química das plantas e das respectivas silagens é diferente daqueles valores utilizados nos cálculos de predição do conteúdo energético dos volumosos em condições de clima temperado. Assim, há necessidade de avaliações mais acuradas, principalmente dos conteúdos de lignina e dos compostos nitrogenados para se estabelecer equações de predição do valor energético de alimentos em condições brasileiras (DETMAN *et al.*, 2006a, 2006b).

A estimativa do conteúdo energético através de equações de predição, juntamente com a utilização da composição química dos alimentos como método de predição da digestibilidade em ruminantes tem sido amplamente utilizada (NRC, 1989, 2001). A maioria das equações é baseada na relação negativa entre a concentração da fibra e o conteúdo energético e têm sido derivadas a partir de equações de regressão.

**Tabela 1:** Índices necessários para a avaliação da qualidade de silagens

| Categoria                          | Índice de qualidade                            | Rotina das análises <sup>1</sup> |
|------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|
| Fatores relacionados a planta      | Proteína bruta                                 | *****                            |
|                                    | Fibra em detergente neutro                     | ***                              |
|                                    | Fibra em detergente ácido                      | ***                              |
|                                    | Nutrientes digestíveis totais, Energia líquida | (*****)                          |
| Fatores relacionados a fermentação | pH                                             | **                               |
|                                    | Solubilidade da proteína                       | **                               |
|                                    | Conteúdo e perfil de ácidos orgânicos          | *                                |
|                                    | Amônia                                         | *                                |
|                                    | Carboidratos solúveis em água                  | *                                |
|                                    |                                                |                                  |

1- \*\*\*\*\* quase sempre avaliado, \* nunca avaliado. Valores entre parêntese são avaliados indiretamente. Fonte: Charmley (2001).

A qualidade da forragem conservada está diretamente relacionada ao seu valor nutritivo (composição química, digestibilidade e produtos da digestão) e ao consumo. A qualidade das silagens é determinada pelo estágio de desenvolvimento da cultura no momento do corte, pelos processos fermentativos e pela deterioração observada na fase de utilização em decorrência da exposição ao ar. O processo fermentativo promove redução nos teores de carboidratos solúveis (CS) e de proteína verdadeira, elevação na concentração de ácidos orgânicos e N não protéico (NNP), com conseqüente redução do valor nutritivo (VN), decréscimo no consumo e na utilização dos nutrientes provenientes das silagens. Segundo Weiss *et al.* (2003), as frações carboidrato e proteína das silagens são diferentes daquela da forragem original e do feno, o que pode explicar os decréscimos no consumo em decorrência do decréscimo na digestão da fração fibrosa, levando a diminuição na taxa de passagem.

Assim, o consumo de silagens muitas vezes tende a ser menor do que o esperado em relação ao de um feno com conteúdo de FDN e digestibilidade similares (VAN SOEST, 1994). Tal fato, segundo o autor, pode ser devido ao desbalanço de nutrientes decorrente das alterações qualitativas ocorridas durante o processo fermentativo.

Resultados de trabalhos de pesquisa evidenciam que nas dietas contendo silagens com conteúdo de MS de 30% ou mais, o consumo é semelhante ao observado naquelas à base de feno. Por outro lado, em silagens com alto conteúdo de umidade, ou naquelas que sofreram perdas durante o emurchecimento, ocorre redução no consumo comparado ao observado nas dietas contendo feno. Segundo Weiss *et al.* (2003), tal fato está provavelmente relacionado ao processo de fermentação e não ao conteúdo de umidade per se.

## 2. FATORES QUE INTERFEREM NO CONSUMO DE FORRAGEM CONSERVADA

O consumo é o componente de maior influência na determinação da qualidade da forragem, a qual é definida como o resultado do produto do valor nutritivo e consumo voluntário potencial (REIS *et al.*, 2006, REIS E DA SILVA, 2006). O valor alimentício das silagens é primeiramente definido pela

digestibilidade, a qual é influenciada diretamente pelo padrão de fermentação bem como pelos processos de deterioração observados durante a fase aeróbia.

De acordo com Charmley (2001), de maneira geral o consumo das silagens é menor do que o da forragem original que não sofreu processo de fermentação. Segundo Van Soest (1994), existem três hipóteses associadas ao baixo consumo de silagens: 1- Presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas durante o processo de fermentação, 2- Alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas, causando redução na aceitabilidade, 3- Redução na concentração de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microrganismos do rúmen. Além disto, tem-se o aumento na fração de N solúvel, notadamente de amônia, interferindo nas relações N disponível e matéria orgânica digestível para otimizar a síntese de proteína microbiana (POPPI *et al.*, 1995, 1997).

Ao avaliarem os efeitos da inclusão de silagem de milho deteriorada nas dietas contendo silagem de qualidade adequada, Bolsen *et al.* (2002) observaram redução no consumo de MS e na digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta e da fração FDN (Tabela 2). Nesse estudo, as silagens deterioradas apresentaram maiores valores de pH, de fração fibrosa e menores de matéria seca, matéria orgânica e amido quando comparadas às de alta qualidade.

Os dados de Cushnahan *et al.* (1995) evidenciaram que o consumo da silagem por vacas em lactação decresceu em resposta ao aumento dos teores de amônia e de ácido butírico na forragem. Da mesma forma, Cushnahan e Mayne (1995) observaram que o consumo médio das silagens foi 27% inferior ao da forragem original nas avaliações efetuadas no intervalo de 40 anos. Contudo, os autores afirmam que as diferenças diminuíram ao longo do período do estudo, evidenciando que o avanço no processo de ensilagem reduziu as perdas do VN da forragem ensilada.

**Tabela 2:** Efeitos das proporções (%) de silagem normal (N) e deteriorada (D) sobre ingestão e digestibilidade de nutrientes de dietas a base de silagem de milho

| Item                          | Dieta             |                   |                    |                   |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                               | 100 N             | 75N25D            | 50N50D             | 25N75D            |
| Ingestão (kg MS/dia)          | 7,95 <sup>a</sup> | 7,35 <sup>b</sup> | 6,95 <sup>bc</sup> | 6,66 <sup>c</sup> |
| -----Digestibilidade (%)----- |                   |                   |                    |                   |
| Mat. orgânica                 | 75,6 <sup>a</sup> | 70,6 <sup>b</sup> | 69,0 <sup>b</sup>  | 67,8 <sup>b</sup> |
| Proteína bruta                | 74,6 <sup>a</sup> | 70,5 <sup>b</sup> | 68,0 <sup>bc</sup> | 62,8 <sup>c</sup> |
| FDN                           | 63,0 <sup>x</sup> | 56,0 <sup>y</sup> | 52,5 <sup>y</sup>  | 52,3 <sup>y</sup> |

a,b,c Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si ( $P < 0,05$ ). x,y Médias na mesma linha com letras distintas diferem entre si ( $P < 0,01$ ). Fonte: Bolsen *et al.* (2002)

De acordo com Launchbaugh *et al.* (1996) e Forbes e Provenza, (2000) os animais ruminantes aprendem a associar as conseqüências pós-ingestivas de um alimento com suas propriedades sensoriais, e usam suas preferências ou aversões condicionadas para fazerem a seleção dos alimentos.

O suprimento de nutrientes para os tecidos é regulado por uma 'cascata' de retro-alimentação gerada pela visão e cheiro do alimento, seu gosto, seus efeitos gástrico e intestinal, respostas do fígado, sinais ligados ao sangue e deposições teciduais inadequadas (Figura 1). Esses "feedbacks" podem ser usados para gerar associações de comandos e continuidade da alimentação que são usados na seleção de alimentos a serem ingeridos e no controle da ingestão voluntária de alimento (COELHO DA SILVA, 2006).

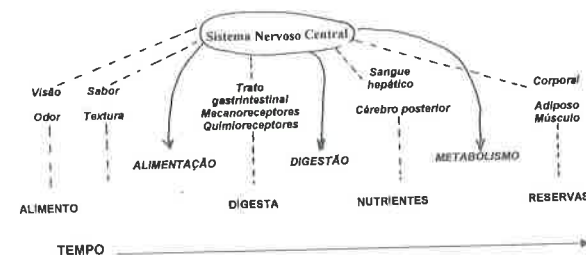


Fig 1 . Cascata da saciedade, segundo Forbes (2000).

O consumo de alimento pelo animal é regulado pelo seu requerimento energético, o qual é determinado pelo seu potencial genético para crescimento ou produção de leite, e a restrição, ou o controle da ingestão de forragem é determinado, principalmente pela taxa de degradação do alimento no rúmen. Além da taxa de degradação no rúmen, o consumo de alimento é também influenciado pela extensão na qual o animal pode moderar ambos, sua tolerância a diferentes graus de enchimento do rúmen e a taxa de passagem da digesta através do trato digestivo (MERTENS, 1992, 1994).

A despeito da importância da taxa de degradação no consumo de forragem, a ingestão de alimento pelos ruminantes é complexa e envolve inúmeros fatores como aqueles relativos ao animal (estágio da gestação, produção de leite, plano nutricional prévio, condição corporal, idade, raça e sexo), e também ao alimento (degradabilidade, digestibilidade, taxa de passagem, forma física e composição química), a totalidade de efeitos negativos e positivos e as suas interações determinam o nível geral de consumo atingido pelo animal.

Por muito tempo foi considerado que o consumo de alimento pelos animais ruminantes era limitado pelo enchimento do rúmen. Essa hipótese é corroborada pelo fato de que um aumento na ingestão de alimentos é geralmente observado quando a digestibilidade dos volumosos é aumentada ou quando o tamanho das partículas do alimento é reduzido (FAVERDIN; BAREILLE, 1999). No entanto, essa limitação física não tem sido capaz de explicar todas as variações registradas em consumo. Muitas outras teorias têm sido estudadas durante os últimos vinte e cinco anos visando explicar a duração e a frequência das refeições. Cada teoria pode ser aplicável em algumas condições, mas o controle do consumo envolve a integração de vários estímulos.

Segundo Weiss *et al.* (2003), numerosas relações estatísticas têm sido estabelecidas entre o consumo das silagens e suas características químicas, como a concentração de um produto ou de vários produtos finais da fermentação. Dentre os fatores que têm sido estudados, destaca-se o conteúdo de umidade, pH da silagem, concentração de ácidos orgânicos, concentração de etanol e de compostos nitrogenados.

De acordo com Nussio *et al.* (2003), a ingestão potencial de MS da silagem é determinada pelo tipo de forragem, composição química e digestibilidade no momento da colheita, mas a extensão na qual este potencial é alcançado depende, na prática, das modificações das frações carboidratos e de compostos nitrogenados durante a fermentação, bem como da deterioração durante a fase de exposição ao oxigênio. Esses autores, em sua revisão de literatura, avaliaram o trabalho de Huhtanen *et al.* (2002), no qual foram considerados os fatores relacionados às características biológicas e químicas da silagem com a ingestão de MS utilizando-se, para isto, de dados históricos de estudos prévios para o estabelecimento de equações de regressão simples ou múltiplas. Segundo os autores, o desempenho dessas equações de predição, baseadas em parâmetros de fermentação, tem se mostrado insatisfatório, apresentando baixo R<sup>2</sup> e resultando em erros de predição como consequência de características relacionadas aos animais (raça, peso, sexo, idade, produto), sistema de alimentação e suplementação.

Adotando a equação proposta por Huhtanen *et al.* (2002), ou seja: Índice de Consumo =  $100 + 0,151 \cdot (D - 690) - 0,000531 \cdot (AT - 180) - 4,7650 \cdot (\ln(N-NH_3) - \ln(50))$ , assumindo os melhores perfis das análises de silagens de gramíneas, valores de digestibilidade da matéria orgânica D = 690 (g/kg MS); ácidos totais (AT) = 80 (g/kg MS) e N-amoniaco (N-NH<sub>3</sub>) = 50 (g/kg N total).

Nussio *et al.* (2003) substituíram os termos dessa equação por valores encontrados regularmente nas silagens de gramíneas tropicais: D = 530; AT = 180 e N-NH<sub>3</sub> = 100, obtendo o índice relativo de consumo de 58,74% em relação ao padrão. Segundo os autores, o menor potencial de ingestão das silagens de gramíneas tropicais, previsto pelo modelo, resultou principalmente do baixo valor D e da elevada concentração de ácidos (AT). Os autores concluíram que para silagens de gramíneas, os experimentos, nas últimas três décadas, mostram baixa ingestão, ineficiente utilização da energia e suprimento baixo e desbalanceado de aminoácidos. Essas limitações significam que a silagem de gramíneas não supre os requerimentos dos animais de alta produção sem suplementação, mas em algumas situações, representam uma importante fonte de volumosos suplementares.

## 2.1 ÁCIDOS ORGÂNICOS

Dados de pesquisas conduzidas na Europa evidenciaram que na avaliação de diferentes tipos de silagens os valores de digestibilidade têm importância relevante sobre o consumo. Contudo, na análise de um tipo específico de silagem com digestibilidade semelhante, os produtos da fermentação passam a ter maior influência no consumo.

Os dados disponíveis na literatura evidenciam que o ácido butírico foi o primeiro composto das silagens associado à redução no consumo (CHARMELY, 2001). Posteriormente, constatou-se que outros ácidos graxos voláteis (AGV) e o ácido láctico estão envolvidos na redução de consumo das silagens. Stenn *et al.* (2002) em ampla revisão evidenciaram a relação negativa entre o conteúdo de um AGV específico, ou do total sobre o consumo de silagens. Todavia, estudos recentes considerando as interações entre os diferentes fatores têm demonstrado pequena correlação entre a concentração de ácidos orgânicos nas silagens e o consumo voluntário (STENN *et al.*, 2002; NUSSIO *et al.*, 2003; WEISS *et al.*, 2003).

A fermentação de CS nas silagens tem efeito direto na proporção de AGV no rúmen, pois aquelas que sofreram fermentação homolática intensa quase não contém CS. Contudo, podem conter valores de ácido láctico da ordem de 10 a 15% da MS e de AGV de 3 a 6% da MS.

Os ácidos acético e propiônico são os principais produtos da fermentação ruminal e o seu metabolismo não representa problema para o ruminante. A concentração de ácido acético nas silagens varia de 1,0 a 10,0% da MS e nas silagens bem conservadas os valores atingem de 2,0 a 5,0% da MS (McDONALD *et al.*, 1991). Nessa concentração, o consumo de ácido acético pelos ruminantes recebendo dieta com alta proporção de silagem poderá ser equivalente à cerca de 10% do total desse ácido produzido no rúmen. Enquanto nas silagens bem preservadas o ácido propiônico está presente somente em baixas concentrações, normalmente menos do que 1,0% da MS, correspondendo a quantidades menores do que 5,0% da produção ruminal.

A concentração dos ácidos produzidos durante o processo de fermentação não parece afetar o consumo das silagens, mas pode determinar o balanço de AGV produzidos no rúmen. É importante salientar que, segundo Rooke (1995), o

ácido láctico tem efeito pronunciado sobre a aceitabilidade da silagem em decorrência de seu sabor ácido.

Dados disponíveis na literatura evidenciam que as infusões ruminais de ácidos acético e propiônico acarretam decréscimo no consumo de bovinos, caprinos e ovinos, havendo maior efeito da infusão de propionato. Segundo Grovum (1995), o menor consumo de silagem em relação ao de feno pode ser devido à tonicidade do componente do fluido ruminal, que variou de 951 a 1213 mOsmol/kg naquelas circunstâncias. Os autores reportaram diminuição no consumo e motilidade do rúmen e elevação na tonicidade do fluido ruminal em resposta à adição de suco de silagem no rúmen.

Contudo, Weiss *et al.* (2003), em revisão de literatura recente sobre o assunto, afirmaram que estudos referentes ao consumo de silagem, nos quais foram realizadas infusões de ácidos graxos voláteis no rúmen, não têm mostrado resultados consistentes.

De acordo com Van Soest (1994) e Cherney e Cherney (2003), produtos neutros da fermentação como etanol, propanol, acetoin e o 2-3 propanodiol podem resultar da fermentação no silo. A concentração de etanol nas silagens varia de 1,0 a 5,0% da MS e o mesmo pode ser convertido a acetato no rúmen, requerendo um período de adaptação do animal de cerca de 10 dias. Por outro lado, estudos recentes conduzidos no Brasil evidenciam o alto conteúdo de etanol em silagens de cana-de-açúcar, registrando-se valores acima de 5,0% de álcool na MS (BERNARDES *et al.*, 2007; Pedroso, 2003). Os resultados de trabalhos evidenciam que o consumo dessas silagens pode aumentar em resposta à volatilização do álcool.

Estudando o comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar, aditiva ou não com *Lactobacillus buchneri*, Schmidt *et al.* (2004) observaram que o consumo de silagem sem aditivos foi menor e a demanda de tempo para atividades de ingestão, ruminação e mastigação foi maior, os autores colocam que esse fato ocorreu provavelmente em função da presença de compostos voláteis, como etanol, que provocam refração do animal; e do menor valor nutritivo dessa silagem, decorrente de fermentações indesejáveis.

Cumprе salientar que o etanol, absorvido através da parede do rúmen ou no intestino delgado, é metabolizado no

ígado por meio da enzima álcool desidrogenase, gerando ácido acético. Numa situação de baixo consumo de etanol (< 0,1 g/kg de PV), boa parte do álcool poderá ser metabolizada pelos microrganismos do rúmen. Contudo, numa situação de alto consumo, o metabolismo no fígado passa a ser de importância fundamental. Estudos *in vitro* evidenciam que a presença de etanol pode suprimir a conversão do propionato a glicose em hepatócitos de carneiros (DEMIGNE *et al.*, 1991). De acordo com Weiss *et al.* (2003), se esse fato ocorrer *in vivo*, importantes implicações resultariam para os ruminantes, notadamente vacas leiteiras, as quais apresentam alta dependência da gluconeogênese, a partir do propionato, para atender a demanda para síntese de lactose.

Além dos aspectos reportados, há que se considerar que a menor ingestão de silagens extensivamente fermentadas pode ser resultado de baixa aceitabilidade, reduzida taxa de passagem pelo rúmen e desbalanceamento no suprimento de aminoácidos e de energia aos tecidos animais (HUHTANEN *et al.*, 2002).

## 2.2 pH DA SILAGEM

As silagens têm valor de pH variando de 3,5 a 5,0, enquanto na forragem fresca e nos fenos o valor é de aproximadamente 6,0. Além desse aspecto, é importante salientar que a capacidade tamponante das silagens é muito mais alta do que a da forragem fresca e do feno. Dessa forma, a elevação do pH da silagem no rúmen para valores próximos a 6,0 pode requerer maiores quantidades de substâncias tamponantes, enquanto as dietas à base de forragem fresca e de feno não requerem o uso desses compostos na mesma intensidade (WEISS *et al.*, 2003).

Em ampla revisão sobre o assunto, Stenn *et al.* (2002) reportam que os valores de pH, conteúdo de ácidos orgânicos livres, e a capacidade tampão das silagens têm pouco efeito no consumo de silagens. Os autores observaram relação quadrática entre o pH e o consumo, registrando uma relação positiva nos valores mais baixos e máximo consumo no pH 4,3.

Contudo os baixos valores de pH das silagens têm sido associados à redução do consumo, uma vez que a acidez do rúmen reduz a atividade de bactérias celulolíticas, diminuindo

a digestibilidade da fração fibrosa e acarretando diminuição na taxa de passagem (WEISS *et al.*, 2003). Em condições severas, os baixos valores de pH podem reduzir o consumo de alimento, percentagem de gordura do leite e aumentar a prevalência de laminite. É oportuno salientar que o pH do rúmen não se relaciona com o a acidez das silagens, uma vez que há o efeito tamponante no rúmen, ajustando os valores de pH.

As dietas de vacas em lactação e de gado de corte muitas vezes contêm elevadas proporções de concentrado, causando diminuição no pH do rúmen. O fornecimento de silagem com alto conteúdo de umidade e partículas pequenas pode causar decréscimo na mastigação e salivação, decrescendo a capacidade tamponante do rúmen. Contudo, de acordo com Rooke (1995), não há relação entre os valores de pH da silagem e do rúmen uma vez que a saliva pode neutralizar a acidez proveniente da forragem consumida.

Outra característica importante do alimento que afeta os valores de pH ruminal é a taxa de produção de ácidos, isto é, a taxa de fermentação ruminal. Alimentos que são digeridos rapidamente aumentam a acidez do rúmen e requerem quantidade adicional de substâncias tamponantes para manter o pH ruminal. Há que se considerar que a taxa de desaparecimento da MS ou da fração fibrosa das silagens ou da forragem desidratada é semelhante. Assim, não há diferença na produção de ácido proveniente da fermentação ruminal das silagens ou de fenos (WEISS *et al.*, 2003).

A análise dos dados da Tabela 3 evidencia que a fermentação ruminal das dietas à base de feno e silagem são semelhantes. Em estudo utilizando misturas de gramíneas e leguminosas e em dois nos quais foram avaliadas gramíneas foi observado que a dieta à base de feno propiciou maior pH ruminal. Na pesquisa com alfafa, observou-se maior pH na dieta à base de silagem. Os dados referentes a AGV não mostram consistência definida, contudo, de maneira geral, observa-se que os animais alimentados com dietas à base de silagem tendem a apresentar menor proporção de acetato no rúmen e concentração levemente superior de butirato. Nesse sentido, é importante salientar que o aumento na concentração de ácido butírico de 0,1% da MS da silagem reduziu o consumo em cerca de 0,4 kg/dia (WEISS *et al.*, 2003).

**Tabela 3:** Avaliação da fermentação ruminal de animais recebendo dieta a base de feno ou de silagem.

| Tipo de forragem                                                                       | pH   | AGV Total | Acético                  | Propiônico | Butírico |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|--------------------------|------------|----------|
|                                                                                        |      | mmol/L    | mmol/mol total de ácidos |            |          |
| Mistura de leguminosas e gramíneas, 50% concentrado (SCHINGOETHE <i>et al.</i> , 1976) |      |           |                          |            |          |
| Feno                                                                                   | 6,69 | 88,5      | 630,0                    | 209,0      | 31,0     |
| Silagem                                                                                | 6,36 | 121,6     | 613,0                    | 234,0      | 35,0     |
| Azevém perene, 50% concentrado (BATHH; ROOK, 1965)                                     |      |           |                          |            |          |
| Feno                                                                                   | 6,21 | 95,1      | 726,0                    | 174,0      | 66,0     |
| Silagem                                                                                | 6,01 | 124,1     | 629,0                    | 168,0      | 134,0    |
| Azevém perene sem concentrado (THIAGO <i>et al.</i> , 1992)                            |      |           |                          |            |          |
| Feno                                                                                   | 6,5  | 85,5      | ---                      | ---        | ---      |
| Silagem                                                                                | 6,3  | 85,7      | ---                      | ---        | ---      |
| Capim dos pomares sem concentrado (HOLDEN <i>et al.</i> , 1994)                        |      |           |                          |            |          |
| Feno                                                                                   | 6,1  | 118,4     | 732,0                    | 180,0      | 64,0     |
| Silagem                                                                                | 6,3  | 118,4     | 713,0                    | 166,0      | 72,0     |
| Alfafa sem concentrado (HRISTOV; BRODERICK, 1996)                                      |      |           |                          |            |          |
| Feno                                                                                   | 6,44 | 127,0     | 722,0                    | 163,0      | 73,0     |
| Silagem                                                                                | 6,51 | 117,7     | 697,0                    | 166,0      | 85,0     |

Em estudo conduzido por Buchanan-Smith (1990), no qual o autor reconstituiu a silagem de alfafa com alto conteúdo de MS adicionando solução contendo várias quantidades de ácidos orgânicos e N solúvel, foi observado aumento no consumo de silagem em resposta à adição de ácidos acético e láctico. Por outro lado, a adição de ácido acético isoladamente reduziu o consumo da silagem. Com base nesse estudo, o autor concluiu que o ácido acético foi um potente fator de restrição do consumo da silagem enquanto outros ácidos e o N solúvel proporcionaram pequeno efeito na ingestão.

## 2.3 COMPOSTOS NITROGENADOS

As silagens mal fermentadas apresentam intensa atividade de *Clostridium* e são caracterizadas pela alta concentração de ácido butírico (> 2,5% da MS), produzido a partir da fermentação de açúcares e ácido láctico, alta concentração de amônia (> 20% do N total) e de aminas (> 0,2% da MS), resultado da deaminação e descarboxilação de aminoácidos, respectivamente (McDONALD *et al.*, 1991). As altas concentrações de amônia nas silagens também podem

estar relacionadas à atividade de enterobactérias que produzem  $\text{NH}_3$  a partir de  $\text{NO}_3$  e aminoácidos podendo, ainda, produzir pequenas quantidades de aminas.

Em vários estudos, pesquisadores têm associado a depressão na ingestão à presença de amônia nas silagens. No entanto, a amônia per se não se traduz num fator relevante na redução do consumo, mas sim sua associação com a presença de outros componentes que afetam diretamente a ingestão. Segundo Stenn *et al.* (2002) este fato tem suporte nas observações de que os efeitos da amônia foram menores quando esta foi expressa em % da MS. Contudo os dados de análises evidenciam que os efeitos da concentração de amônia sobre o consumo são maiores quando associados aos valores de AGV da silagem. Os autores registraram valores de  $R^2$  de 0,1 quando relacionaram os valores de consumo com os dados de N amoniacal/N total e de 0,01 quando os dados utilizados no cálculo foram expressos com percentagem da matéria seca. Tal evidência confirma a hipótese de que a atuação da amônia no consumo esta relacionada a outros fatores associados a proporção de N amoniacal em relação ao N total.

Em estudo realizado por Roth (2008) pode ser observado que os tratamentos de feno de *Brachiaria brizantha* c.v. Marandu colhidos em estágio de pós-florescimento não influenciaram o consumo de MS das dietas fornecidas a bovinos confinados em fase de terminação. Os animais apresentaram consumo médio de 2,1% do peso vivo sendo de 9,8 kg de MS por animal por dia em média. As dietas experimentais apresentavam relação volumoso: concentrado de 50%, aproximadamente, sendo o volumoso utilizado feno não tratado, feno tratado com 3% de amônia anidra na MS ou feno tratado com 5% de uréia na MS. Constata-se, portanto que a adição de amônia exclusiva ou de uréia como fonte de amônia não afetou o consumo de feno pelos animais. Neste estudo pode ser verificada também a atuação da amônia sobre os compostos nitrogenados da forragem, onde foi observada elevação nos teores de  $\text{N-NH}_3$  de 0,02% da MS, no feno não tratado, até 0,74% da MS no feno tratado com 3% de amônia.

A amonização de volumosos com baixo valor nutritivo, resíduos de pós-colheita de gramíneas tropicais, resultou em aumento considerável nos teores de proteína bruta,

acarretado principalmente pela elevação nas concentrações de nitrogênio não protéico, sendo observado aumento acentuado nos teores de nitrogênio amoniacal. Porém essas alterações somadas não influenciaram o consumo, e afetaram positivamente os valores de ganho de peso. A autora atribui o aumento no ganho médio diário de peso dos animais alimentados com dieta constituída com feno tratado com amônia exclusiva em relação aos alimentados com dietas onde o volumoso não foi tratado a um aumento na digestibilidade da fibra dos materiais amonizados com amônia, apresentando valores de 1,34 kg/dia e 0,87 kg/dia, respectivamente.

Neste sentido, tem-se a importância das aminas biogênicas não voláteis encontradas nas silagens, como a cadaverina e a putrecina, embora histamina e tiramina têm o potencial de afetar negativamente a saúde do animal quando presentes em concentrações relativamente baixas. Dessa forma, essas quatro aminas representam aproximadamente 90% do total de aminas presentes nas silagens. As aminas encontradas nas silagens são metabolizadas pelos microrganismos ruminais promovendo a liberação de amônia, mas a taxa de metabolismo é aumentada em função do contato prévio desses microrganismos com esses compostos.

As aminas podem ter efeito negativo no consumo, influenciando o sabor e o odor da silagem (VAN OS *et al.*, 1995b) e também podem afetar a regulação quimiostática do consumo. Os resultados referentes aos efeitos das aminas no consumo de silagens são controversos. Existem relatos de efeito adverso bem como estudos conduzidos por Van Os *et al.*, (1995a, 1996) em que não houve efeito da presença de aminas sobre o consumo de silagens.

Estudos recentes nos quais várias combinações de aminas biogênicas, em quantidades típicas de silagens mal fermentadas (0,2 a 0,7% da MS), colocadas diretamente no rúmen, ou adicionadas à silagem antes do fornecimento aos animais, confirmaram que esses compostos não têm efeito adverso no consumo, embora causem diminuição na aceitabilidade das silagens. É importante salientar que a utilização de altas quantidades de aminas (0,7% da MS) causou decréscimo no consumo, principalmente em animais não adaptados.

O ácido gama-amino butírico, produzido a partir da descarboxilação do ácido glutâmico, um dos principais compostos observados em silagens mal conservadas, causou decréscimo no consumo quando aplicado via intravenosa. Contudo, quando a mesma quantidade foi infundida no rúmen não foi observada alteração na ingestão da silagem.

#### 2.4 SOLUBILIDADE DA FRAÇÃO PROTÉICA E AMÔNIA RUMINAL

A fração proteína verdadeira da silagem pode representar de 60 a 80% do N da forragem, e o total remanescente corresponde ao N não protéico e N indisponível (VAN SOEST, 1994).

A concentração de amônia ruminal tem efeito direto no consumo de silagens, todavia, a solubilidade da proteína do alimento pode ser mais relevante no controle da ingestão. A solubilidade da proteína é também um fator de importância na redução da eficiência de utilização da proteína das silagens.

A concentração de amônia no rúmen pode ter efeito acentuado na ingestão voluntária, uma vez que após a ingestão de silagem a concentração de amônia no rúmen pode atingir 80 mg/dL. Assim, deve-se ter em mente que essa alta concentração não se relaciona ao conteúdo de N amoniacal da silagem, mas sim à quantidade e solubilidade da fração protéica da silagem. Segundo Charmley (2001), a concentração de amônia no rúmen acima de 25 mg/dL pode causar diminuição do consumo de silagens.

Deve-se considerar que o suprimento de proteína para o animal depende da combinação da taxa de degradação, taxa de crescimento microbiano e do fluxo das proteínas da forragem e microbiana para o intestino (CHERNEY; CHERNEY, 2003).

A baixa eficiência de utilização do N das silagens é consequência de dois fatores, ou seja, a solubilização da proteína em decorrência da ação das proteases da planta no início da fase de ensilagem e a fermentação de carboidratos solúveis, resultando na produção de AGV e ácido lático. Deve-se ter em mente que a energia advinda da utilização de AGV e do ácido lático pelos microrganismos do rúmen é menor do que aquela proveniente dos carboidratos solúveis. Uma alta

proporção de AGV é absorvida diretamente através da parede ruminal e conseqüentemente não é utilizada pelos microrganismos ruminais. Entretanto, o ácido lático é metabolizado no rúmen produzindo ácido propiônico. Nesse processo gera-se 2 ATPs por glicose que foi transformada em ácido lático durante a fermentação no silo, enquanto que o metabolismo da glicose realizado diretamente pelas bactérias do rumem são gerados 4 moles de ATP, resultando em maior aporte de energia (VAN SOEST, 1994).

Assim, a eficiência de utilização da matéria orgânica fermentada para a síntese de proteína microbiana é de somente 60 a 70% da energia proveniente de alimentos não fermentados (ARC, 1984). De acordo com Van Soest (1994), a utilização de açúcares solúveis durante o processo de fermentação no silo pode comprometer a síntese de proteína microbiana, acarretando diminuição na utilização da fração de NNP disponível no rúmen.

Segundo Poppi e McLennan (1995), a máxima eficiência de síntese de proteína microbiana ocorre quando a dieta contém no mínimo 170 g de PB/ kg de MO degradável no rúmen, enquanto animais alimentados com forragem contendo valores superiores a 210 g de proteína degradável/ kg de matéria orgânica digestível apresentam elevada perda de nitrogênio. A quantidade de proteína microbiana sintetizada varia com a disponibilidade de N liberado e da energia disponível para a sua síntese (MINSON, 1990; HUNTER, 1991). Nas forragens que contém menos de 100 g de PB/kg de MS ocorre limitação na síntese de proteína microbiana, possivelmente devido à deficiência de aminoácidos, de amônia e de energia para os microrganismos do rúmen.

Assim, o fornecimento de carboidratos solúveis para os animais alimentados com silagens promove aumento na síntese de proteína microbiana e utilização do NNP, levando à elevação no fluxo de aminoácidos do rúmen. Da mesma forma, o suprimento de proteína verdadeira de baixa solubilidade tem reflexo positivo no consumo de silagem devido ao aumento na digestibilidade da fração fibrosa e no fluxo de aminoácidos do rúmen.

Com vistas a preservar a fração protéica da forragem, a atividade das proteases da planta e dos microrganismos pode ser reduzida pelo abaixamento do pH e aumento do conteúdo

de MS. Contudo, para a efetiva preservação, ambos os processos devem ocorrer em poucas horas após a ensilagem.

Nesse sentido, é de suma importância a utilização de aditivos que propiciem condições favoráveis para o crescimento de bactérias homoláticas, ou seja, elevação do conteúdo de carboidratos solúveis, elevação do conteúdo de MS que restringe o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* garantido, assim, a conservação dos nutrientes da planta ensilada com alterações mínimas em suas características nutricionais.

## 2.5 NITROGÊNIO INDISPONÍVEL

A análise dos dados da Tabela 4 evidencia os altos valores da fração C e baixos teores da fração B1, correspondente à proteína verdadeira de alta degradação ruminal de gramíneas de clima tropical colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento.

**Tabela 4:** Teores de compostos nitrogenados de gramíneas tropicais

|             | Tanzânia    | Tifton + Aveia <sup>2</sup> | Tifton 60 dias <sup>3</sup> | Tifton 30 cm <sup>4</sup> |
|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Frações %PB |             |                             |                             |                           |
| A           | 18,2 a 29,0 | 20,8 a 51,4                 | 17,3                        | 12,3                      |
| B1          | 10,0        | 5,3 a 11,3                  | 2,5                         | 9,1                       |
| B2          | 15,0 a 25,2 | 3,4 a 29,3                  | 36,1                        | 29,3                      |
| B3          | 40,0        | 4,5 a 33,6                  | 26,9                        | 40,8                      |
| C           | 7,9 a 10,4  | 11,3 a 27,0                 | 16,9                        | 8,2                       |

1- Balsalobre (2002), 2- Moreira (2004), 3- Malafaia *et al.* (1997, 1998), 4- Cabral *et al.* (1999a, 1999b)

Da mesma forma, Nussio *et al.* (2003), ao avaliarem dados de estudos conduzidos com gramíneas tropicais submetidas a manejo adequado e fertilizadas com vistas à obtenção de elevadas produções de MS, mostraram que, na forragem fresca, elevados percentuais da fração N total estavam associados à parede celular, atingindo valores de 39,6% N-FDN e 19,6% N-FDA. Dessa forma, é de se esperar que os fenos e as silagens produzidas com gramíneas forrageiras de clima tropical apresentem altos conteúdos de nitrogênio ligado à parede celular.

Além disso, tem-se que o processo de fermentação inadequado e a secagem da forragem em condições adversas resultam em decréscimo nos conteúdos de proteína verdadeira e aumento da fração nitrogenada associada a parede celular, levando à diminuição na digestibilidade e consumo da forragem.

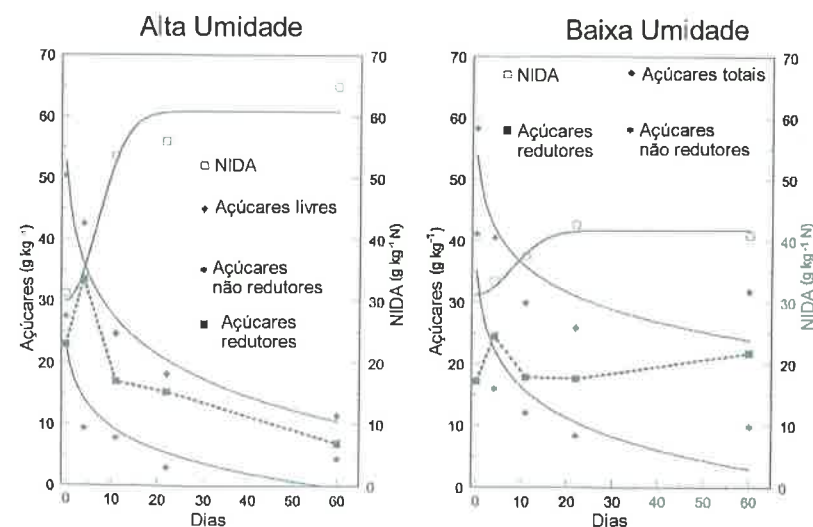
A presença de N indigestível ligado à fração fibrosa (NIDA) é um indicador do possível aquecimento da silagem e de fenos, resultando na reação de Maillard durante a secagem no campo ou armazenamento (VAN SOEST, 1994). As reações de Maillard podem ocorrer quando a temperatura da forragem conservada, em decorrência da respiração da planta ou da atividade de microrganismos, ultrapassa 40°C, resultando na polimerização da hemicelulose e de açúcares com os grupos amino dos aminoácidos. Esses polímeros são dosados como lignina nas análises químicas da forragem e aumentam o conteúdo de N ligado à fração indigestível da forragem, causando decréscimo no valor nutritivo e consumo de forragem.

A formação de produtos de Maillard em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se observa aumento considerável nos teores de NIDA, o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen (REIS *et al.*, 2001).

Coblentz *et al.* (1997) observaram correlação positiva entre o aquecimento espontâneo e as concentrações de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e nitrogênio insolúvel em detergente ácido nos fenos de capins do gênero *Cynodon* armazenados com diferentes teores de umidade. Em estudo posterior, Coblentz *et al.* (2000) avaliaram o fluxo de açúcares durante o armazenamento do feno de alfafa e as alterações na qualidade da forragem quando enfardadas com diferentes teores de umidade (Figura 2), e verificaram que na planta enfardada com alta umidade (30%) os teores de carboidratos não estruturais e a fração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido se comportaram de forma diferente que nas plantas armazenadas com baixa umidade (20%).

Conforme pode ser observado na Figura 2, há uma menor complexação do nitrogênio com a fração FDA nos fenos armazenados com baixa umidade (20%), verificando-se ainda aumento nos teores médios de açúcares redutores à medida

que se prolongou o tempo de armazenamento. Os autores observaram também uma taxa mais lenta de queda nos teores de açúcares nos fenos mais secos (20%) quando comparados com aqueles armazenados com alta umidade (30%).



**Figura 2:** Concentrações totais de açúcares solúveis, açúcares não redutores, açúcares redutores e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) conforme o tempo de estocagem em fenos de alfafa com alta (30%) e baixa umidade (20%). Linhas sólidas representam regressão linear e linhas tracejadas conteúdos médios.

Fonte: Adaptado de Coblentz *et al.* (2000).

O teor de umidade de volumosos com baixo valor nutritivo, com baixa concentração de açúcares solúveis quando tratado com amônia anidra também pode interferir nas frações nitrogenadas. Roth (2008) estudando os efeitos da amonização de fenos de resíduo de pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha* c.v. Marandu observaram aumento nas frações NIDA e NIDN. Nos fenos com adição de 3% de amônia anidra na MS confeccionados com 15, 25 ou 30% de umidade observou elevação significativa nos teores de NIDA, sendo 0,24% da MS, 0,30% da MS e 0,34% da MS, respectivamente e 0,14% de NIDA da MS no feno não tratado com 15% de umidade. Da mesma forma o feno não tratado apresentou valor de 0,29% de NIDN na MS sendo que os teores de NIDN

observados nos fenos tratados com 3% de amônia também aumentaram com aumento da umidade apresentando valores de 0,30% da MS (15% de umidade), 0,35% da MS (20% de umidade), e 0,37% da MS (30% de umidade).

Ao submeter os fenos de capim bermuda ao aquecimento durante o armazenamento, McBeth *et al.* (2001) registraram aumento no conteúdo de NIDA, decréscimo na digestibilidade da MS, MO e da fração FDN. Contudo, não registraram efeito sobre o consumo das referidas frações. Os autores afirmaram que as intensidades das alterações foram proporcionais ao aumento da temperatura dos fenos.

## 2.6 PRESENÇA DE MICRORGANISMOS E TOXINAS

As plantas forrageiras em crescimento no campo estão inoculadas, naturalmente, com uma ampla variedade de fungos e bactérias. Segundo Rees (1982), a população de fungos de campo geralmente não causa alterações acentuadas na composição química dos fenos, exceto quando a umidade permanece elevada por períodos prolongados durante a secagem.

A população de fungos de campo é menos diversificada do que a registrada no armazenamento dos fenos (REIS; RODRIGUES, 1998), sendo que os microrganismos presentes durante esse período são xerotolerantes e mais termotolerantes do que os de campo. Neste grupo estão incluídos os gêneros *Aspergillus*, *Absidia*, *Rhizopus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Emericella*, *Eurotium* e *Humicola* (KASPERSSON *et al.*, 1984).

A presença de fungos na forragem conservada tem efeito pronunciado no seu valor nutritivo, pois além de consumirem o conteúdo celular, esses microrganismos produzem toxinas que afetam o metabolismo animal de diferentes maneiras.

Segundo Arcuri *et al.* (2003), a susceptibilidade de diferentes alimentos à infecção por mofos está diretamente relacionada com as características dos mesmos. Os requerimentos básicos para a colonização de forragens e grãos por parte de fungos toxigênicos incluem de forma generalizada: (1) utilização do substrato como fonte de energia e nutrientes; (2) teor mínimo de umidade do substrato entre 14 a 24%; (3) umidade relativa do ar maior que 70%; (4) presença

de oxigênio; (5) ocorrência de temperaturas apropriadas, variáveis de acordo com a espécie (CHEEKE; SHULL, 1985).

A ocorrência de crescimento de fungos não é indicadora da presença de micotoxinas na forragem conservada. Mesmo que haja contaminação e conseqüente alteração na composição, textura e aceitabilidade da forragem, pode não haver produção de micotoxinas (CHEEKE; SHULL, 1985). Por outro lado, mesmo que não haja sinais evidentes de contaminação por mofos, pode haver produção de micotoxinas, pois estas são muito mais estáveis e persistentes, resistindo ao processamento (por exemplo, aquecimento e peletização) de alimentos do que os fungos que as produziram. Conseqüentemente, existem suspeitas de micotoxicoses que ainda não puderam ser caracterizadas como tal devido à falta de identificação do fungo toxigênico, como ilustrado na Tabela 5.

**Tabela 5: Doenças suspeitas como micotoxicoses**

| Doença                                                         | Tipo de animal afetado | Principal sintoma              |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Tremores causados por <i>Lolium</i> sp                         | Bovinos e Ovinos       | Ataxia                         |
| Tremores causados por gramíneas "Bermuda" ( <i>Cynodon</i> sp) | Bovinos                | Ataxia                         |
| Mitoteciotoxicose                                              | Bovinos e Ovinos       | Depressão, enterite, salivação |

Fonte: Adaptado de Cheeke e Shull (1985)

Dados de Bersjo *et al.*, (1992), Friend *et al.* (1992) e Bersjo *et al.* (1993) evidenciam que os monogástricos apresentam maior sensibilidade à contaminação por micotoxinas do que os ruminantes, uma vez que nestes animais a absorção ocorre após a fermentação ruminal. Da mesma forma, os ruminantes adultos são menos sensíveis à contaminação quando comparados com os jovens. Isso se deve ao fato de que o principal ponto de absorção das micotoxinas ocorre no intestino delgado.

As principais micotoxinas encontradas nas forragens e grãos estão geralmente associadas com um grupo de espécies de fungos tal como, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* e

*Claviceps* (BRUERTON, 2001; DAWSON *et al.*, 2001). Algumas espécies de fungos podem produzir mais do que um tipo de micotoxina e mais do que uma toxina pode surgir em uma única amostra (JELINEK *et al.*, 1989). De acordo com Jobim e Gonçalves (2003), os sintomas dos animais contaminados com a micotoxina Desoxinivalenol incluem decréscimo na ingestão de alimentos e produção de leite. Animais afetados apresentam perda de peso, baixa eficiência alimentar, falta de apetite, vômito, diarreia sanguinolenta, aborto e, em casos graves, morte. Dentre as toxinas, destaca-se a Fumonissina, que pode prejudicar as funções do sistema imunológico, causar lesões no fígado e rins, causar edemas pulmonares e também pode levar o animal à morte.

Jobim e Gonçalves (2003) observaram que o efeito negativo de algumas micotoxinas sobre a ingestão de alimento pode ser devido às alterações no odor ou aceitabilidade dos alimentos contaminados. Além disso, o pó presente nas forragens secas, associado com a presença de mofo e esporos, pode estar envolvido no decréscimo da aceitabilidade. Deve-se ter em mente que a ocorrência de desordens metabólicas e digestivas causadas pela presença de micotoxinas estão provavelmente envolvidas na redução da ingestão voluntária do alimento.

Em relação às silagens, tem-se que a estabilidade aeróbia, determinada pela deterioração na presença de oxigênio que ocorre após a abertura do silo (JOBIM; GONÇALVES, 2003), será mais intensa quanto melhor for a qualidade da silagem, função dos maiores teores de carboidratos solúveis residuais e de ácido lático. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos são os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos e o etanol, resultando em aumento do pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia. Nessa etapa, a utilização do ácido lático pelas leveduras eleva o pH, resultando em maior atividade das bactérias inibidas pela acidez e levando à degradação de nutrientes. Fato este ocorrido no trabalhos de Siqueira *et al.* (2006) e Roth *et al.* (2006), que observaram elevação da população de leveduras de  $<2 \log$  UFC/g silagem, na abertura para valores superiores a  $6 \log$  UFC/g de silagem após doze dias de exposição ao ar e tendo como resposta a esse fato o acréscimo dos valores de pH de 4,24 (abertura) para 6,42 (doze dias de exposição). Assim, a silagem deteriorada pode conduzir

a perdas econômicas elevadas em decorrência do baixo consumo e desempenho animal inadequado.

É importante salientar que durante o processo de deterioração aeróbia das silagens submetidas a processo de fermentação inadequada ou mesmo naquelas de alto valor nutritivo pode ocorrer o desenvolvimento de bactérias do gênero *Listeria* e de enterobactérias. A ingestão de silagem pode ser restringida pela presença de toxinas sintetizadas por *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e espécies de *Aspergillus* (VETTER; VON GLAN, 1978 *apud* PIPPARD *et al.*, 1996). A fonte de energia para esta deterioração aeróbia depende do tipo de fermentação inicial, mas geralmente os substratos são compostos por carboidratos solúveis e seus produtos de fermentação primária.

Schocken-Iturrino *et al.* (2005), avaliando a exposição aeróbia de silagens de Capim Tifton-85, observaram presença de *Listeria sp* e *Listeria monocytogenes* nas silagens com 15 e 30 dias de exposição aeróbia, mesmo não sendo observada a presença do microrganismo no momento do corte. Os autores colocam que o desenvolvimento de *Listeria* deve-se ao padrão de fermentação inadequado das silagens com alto conteúdo de matéria seca, onde provavelmente não ocorreu produção de ácido lático suficiente para redução do pH.

Em relação à presença de fungos em forragens conservadas, Wittenberger *et al.* (1996) registraram que o acúmulo da massa fúngica, que é uma combinação de micélios viáveis e não viáveis, resultou em decréscimo no consumo de feno por bezerros. Todavia, em outros estudos com animais em crescimento alimentados exclusivamente com feno, os autores observaram que o consumo foi mais associado com a concentração de nutrientes do que com a presença de fungos.

Da mesma forma, em estudo posterior, Undi e Wittenberger (1996) observaram decréscimo no consumo dos feno de alfafa em resposta ao maior conteúdo de fibra e aumento na presença de fungos (Tabela 6).

**Tabela 6:** Composição química incidência de fungos e consumo de feno de alfafa

| Variável                   | LL   | HL   | HM   | HH   |
|----------------------------|------|------|------|------|
| MS (%)                     | 85,1 | 87,4 | 86,8 | 85,5 |
| PB (% MS)                  | 18,4 | 17,6 | 18,6 | 19,6 |
| NIDA (% NT)                | 5,6  | 7,1  | 7,7  | 8,9  |
| FDN (% MS)                 | 43,7 | 49,1 | 48,2 | 52,8 |
| FDA (% MS)                 | 33,2 | 36,1 | 37,0 | 38,2 |
| Celulose (% MS)            | 20,2 | 23,6 | 24,1 | 25,5 |
| Hemicelulose (% MS)        | 10,5 | 13,0 | 11,1 | 14,6 |
| Lignina (% MS)             | 8,5  | 9,3  | 10,0 | 10,9 |
| Carboidrato solúvel (% MS) | 5,3  | 5,9  | 2,7  | 2,6  |
| Micotoxinas                | ND   | ND   | ND   | ND   |
| Consumo de MS (kg/dia)     | 1,80 | 1,35 | 1,13 | 0,6  |

LL- Baixa FDN, Baixa incidência de fungos; HL- Alta FDN, Baixa incidência de fungos, HM- Alta FDN, Média incidência de fungos; HH- Alta FDN, Alta incidência de fungos

Fonte: Adaptado de Undi e Wittenberger (1996).

Estudo conduzido por Bossuyt *et al.* (1996) com novilhos angus, foi evidenciado que a picagem do feno de alfafa, não contaminado ou contaminado por fungos, proporcionou aumento no consumo, mas decréscimo na digestibilidade da forragem (Tabela 6). A análise dos dados da Tabela 7 evidencia que a presença de fungos não teve efeito sobre os parâmetros avaliados.

De acordo com Wittenberger *et al.* (1996), a dinâmica da digestão dos fenos devido ao processamento pode diferir entre os volumosos sem fungo e aqueles contaminados. O aumento da friabilidade dos fenos em decorrência da atividade dos fungos resulta em maior redução do tamanho das partículas no momento que o feno é picado. Tal fato diminui a taxa de renovação no rúmen e a extensão da degradação da fração fibrosa.

**Tabela 7:** Composição química, consumo e digestibilidade de fenos de alfafa fornecido a novilhos angus

| Composição             | Tratamento dos fenos |         |             |        |
|------------------------|----------------------|---------|-------------|--------|
|                        | Sem fungo            |         | Com fungo   |        |
|                        | Fibra longa          | Picado  | Fibra longa | Picado |
| MS (%)                 | 82,7                 | 83,4    | 81,3        | 81,9   |
| FDN (% MS)             | 50,8                 | 52,3    | 52,8        | 54,6   |
| FDA (% MS)             | 38,5                 | 39,0    | 38,8        | 38,8   |
| PB (% MS)              | 16,1                 | 16,1    | 21,9        | 20,8   |
| Glucosamina g/kg MS    | 2,9                  | 2,9     | 5,1         | 6,0    |
| Consumo % PV           | 2,0 b                | 2,5 a   | 2,0 b       | 2,4 a  |
| Digestibilidade (%) MS | 58,0 a               | 54,7 ab | 57,7 a      | 51,9 b |

Fonte: Adaptado de Bossuyt *et al.* (1996).

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O consumo representa a maior parte das variações na qualidade de um alimento, pois dele vai depender a quantidade total de nutrientes que o animal recebe para a manutenção das funções vitais, crescimento, reprodução e produção. A quantidade de nutrientes absorvidos vai depender da interação entre o consumo e a digestibilidade.

A digestibilidade está relacionada com a cinética e taxa de passagem da digesta pelo aparelho digestivo, enquanto o consumo é influenciado pelas características do alimento, do animal e do ambiente. Dessa forma, tem-se que é de fundamental importância a avaliação das múltiplas interações que determinam o consumo de energia digestível dos ruminantes.

O consumo de forragens conservadas é o resultado de interações complexas envolvendo as características das plantas antes do processamento, os fatores inerentes ao processo de conservação, as alterações no valor nutritivo durante o fornecimento aos animais, do processamento físico da forragem conservada e das características dos animais que serão alimentados com o volumoso.

Dessa forma, o entendimento dos mecanismos que propiciem a manutenção do valor nutritivo da forragem, minimizando as perdas de nutrientes, ou mesmo alterações que resultem em desequilíbrio entre os nutrientes, é de fundamental

importância para aumentar a eficiência da utilização de forragens conservadas, uma vez que nos sistemas de produção intensiva há limitações acentuadas para a produção de forragem de alta qualidade durante todo ano.

Nesse contexto, é necessária a adoção de técnicas de manejo apropriadas para o fornecimento da forragem conservada, pois a deterioração de silagens na presença de oxigênio representa fator de risco para a saúde dos animais e das pessoas que manuseiam esses volumosos, além de perdas econômicas apreciáveis no sistema de produção.

#### 4 REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Supplement N. 1. CAB International, Wallingford. UK. 1984.

ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; MOREIRA, A. L. (Eds.). Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens. 2003. Jaboticabal. **Anais...**, FUNEP, 2003. p. 51-70.

BALSALOBRE, M. A. **Valor alimentício do capim Tanzânia**. 2002. 113 f. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, USP/ESALQ, 2002.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERCHIELI, T. T.; COAN, R. M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 269-275, 2007.

BERSJO, B.; LANGSETH, W.; NAFSTAD, T. *et al.* The effects of naturally deoxynivalenol-contaminated oats on the clinical contation, blood parameters, performance and carcass composition of growing pigs. **Veterinary Research Communications**, n. 17, p.283-294, 1993.

BERSJO, B.; MATRE, T.; NAFSTAD, I. Effect of diets with graded levels of deoxynivalenol on performance in growing pligs. **Journal Veterinary Medicine**, n. 39, p.752-758, 1992.

BOLSEN, K. K.; WHITLOCK, L. A.; URIARTE-ARCHUNDIA, M. E. Effect of surface spoilage on the nutritive value of maize silages diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive, 2002, p. 75-77.

BOSSUYT, C. V.; WITTENBERGER, K. M.; CROW, G. H. Effect of fungal biomass in alfalfa hay on intake and whole tract digestion in growing beef calves. **Journal Animal Science**, n. 74, p. 1336-1342. 1996.

BRUERTON, K. Finding practical solutions to mycotoxins In commercial production: a nutritionist's perspective. In: ALLTECH'S 17TH ANNUAL SYMPOSIUM, 2001. **Proceedings...** 2001. p. 161-168, 2001.

BUCHANAN SMITH, J. G. An investigation into palatability as a factor for reduced intake of silage by sheep. **Animal Production**, n. 50, p. 253-260, 1990.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M. *et al.* Frações de carboidratos de volumosos tropicais e suas taxas de degradação estimadas através da técnica de produção de gases. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, p. 289. 1999a.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M. *et al.* Frações protéicas de alimentos tropicais e suas taxas de digestão estimadas através da incubação com proteases oriundas da microbiota ruminal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 261. 1999b.

CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: a review. **Can Journal Animal Science**, n. 81, p. 57-168, 2001.

CHEEKE, P. R.; SHULL, L. R. **Natural toxicants in feeds and poisonous plants**. Westport, CT: AVI Publishing, 1985. 492 p.

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). Silage Science and Technology. **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America**. Madison, Wisconsin. p. 141-198, 2003.

COBLENTZ, W. K.; FRITZ, J. O.; BOLSEN, K. K. *et al.* Relating sugar fluxes during bale storage to quality changes in alfalfa hay. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 5, p.800-807, 1997.

COBLENTZ, W. K.; TURNER, J. E.; SCARBROUGH, D. A. *et al.* Storage characteristics and nutritive value changes in bermudagrass hay as affected by moisture content and density of rectangular bales. **Crop Science Society of America**, v. 40, n.5, p.1375-1383, 2000.

CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C. S. Effects of ensiling of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. 1. Food intake and milk production. **Animal Science**, n. 60, p. 347-359, 1995.

Cushnahan, A., Mayne, C.S., Unsworth, E.F. Effects of ensiling of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. 2. Nutrient metabolism and rumen fermentation. **Animal Science**, 60:347-359. 1995

Dawson, K.A., Evans, J., Kudupoje, M. Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations associated with mycotoxin binding. In: Alltech's 17th Annual Symposium, 2001. **Proceedings...**2001. p.169-180.

Demigne, C.C., Yacoub, C.M., Remesy, C. Interactions between propionate and amino acid metabolism in isolated sheep hepatocytes. **British Journal Nutrition**. 65:301-317, 1991

Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Henriques, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.1, p. 155-164, 2007a.

Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Pina, D.S. et al. Estimativa da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p. 1469-1478, 2007b.

Faverdin, P. e Bareille, N. Lipostatic regulation of feed intake in ruminants p. 89-102, In: Heide D. van der, Huisman, E. A., Kanis, E., Osse, J. W. M. and Verstegen, M.W.A. (eds) Regulation of feed intake, CAB International, 227p. 1999.

Forbes, J. M.; Provenza, F. D. Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake. In Cronjé, P.B. Ed. Ruminant Physiology, digestion, metabolism, growth and reproduction. CAB International. Publishing, UK, pp 03-19. 2000.

Friend, D.W., Thompson, B.K., Trenholm, H.L. et al. Toxicity of T-2 toxin and its interaction with deoxynivalenol when fed to young pigs. **Canadian Journal Animal Science** 72:703-711, 1992.

Grovum, W. L. 1995. Mechanisms explaining the effects of short chain fatty acids on feed intake in ruminants-osmotic pressure, insulin and glucagon. Pages 173-197 in Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction, W. v. Englehardt, S. 1995

Holden, L.A.; Muller, L.D.; Varga, G.A.; Hillard, P.J. Ruminant digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. **Journal Dairy Science**. 77:3034-3042. 1994.

Hristov, A.N.; Broderick, G.A. Synthesis of microbial protein in ruminally cannulated cows fed alfalfa silage, alfalfa hay, or corn silage. **Journal Dairy Science**. 79:1627-1637

Huhtanen, P. New developments in the prediction of intake of silage based diets. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13th, 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive, 2002, p.236-251.

Hunter, R.A. 1991. Strategic supplementation for survival reproduction and growth of cattle. In: Grazing livestock nutrition conference, 2º, 1991. **Proceedings...** Oklahoma State University. Steamboat Springs, Colorado: McCollum III, E.T. (ed), 1991. p. 32-47.

Jelinek, C.E., Ponland, A.E., Wood, D.E. Worldwide occurrence of mycotoxins in foods and feeds - an update. **J.Assoc. of Official Analytical Chemists**, 60:223-230, 1989.

Jobim, C.C., Gonçalves, G.D. Microbiologia de Forragens Conservadas. In: *Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens*. Reis, R. A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. Moreira, A.L. (Ed.). 2003. Jaboticabal. **Anais... FUNEP**. p. 1-26. 2003.

Kaspersson, A., Hlodversson, R.Palmgren, U. et al. 1984. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. **Swedish J. Agric. Res.** 14( 1): 127-133.

Launchbaugh, K.L. Biochemical Aspects of Grazing Behaviour. In: Hodgson, J., Illius, A.W. eds. *The Ecology and Management of Grazing Systems*. Wallingford: CABI Publishing, 1996. p.159-184.

Malafaia, P.A.M.; Valadares Filho, S.C.; Vieira, R.A.M. et al. 1997. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 26: 1243-1251,.

Malafaia, P.A.M.; Valadares Filho, S.C.; Vieira, R.A.M. et al. 1998. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 27: 790-796,

McBeth, L.J., Coffey, K.P., Coblenz, W.K., Turner, J.E., Scarbrough, D.A., Bailey, C.R., Stivarius, M.R. Impact of heating-degree-day accumulation during bermudagrass hay storage on nutrient utilization by lambs. **Journal Animal Science** 79: 2698-2703. 2001.

McDonald, P. Henderson, N., Heron, S. **The biochemistry of silage**. Marlow Bucks. Chalcome Publications. 1991. 340p.

MERTENS, D. R. 1992. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In Teixeira, J. C. e Neiva, R. S. (ed) **Anais...** do Simpósio Internacional de Ruminantes. SBZ, Lavras, MG Brasil, p. 01-32.

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

Minson, D.J. 1990. **Forage in ruminant nutrition**. New York. Academic Press. 483p.

Moreira, A.L. 2004. **Massa de forragem e valor nutritivo de capim-Tifton 85 exclusivo e sobressemeado com forrageiras de inverno e de verão**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP. Jaboticabal. Tese de Doutorado. 167 p.

NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th Edition. National Academy Press, Update. 157p.

NRC. 2001. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academic Press. Washington, DC. 381p.

Nussio, L.G., Ribeiro, J.L., Paziani, S.F., Nussio, C.B. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: *Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens*. Reis, R. A., Bernardes, T.F., Siqueira, G.R., Moreira, A.L. (Ed.). 2003. Jaboticabal. **Anais...**, FUNEP, p. 27-50, 2003.

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.

Pippard, C.J., Porter, M.G., Steen, R.W.J., et al. A method for obtaining and storing uniform silage for feeding experiments. **Animal Feed Science Technology**, 57, p. 87-95, 1996.

Poppi, D.P., McLennan, S.R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal Animal Science**. 73:278-290.

Poppi, D. McLennan, S.R., Bediye, S., Vega, A., Zorrilla-Rios, J. Forage quality: Strategies for increasing nutritive value of forages. In: *International Grassland Congress*. Buchanan-Smith, J.G., Bailey, L.D., McGaughey, P. 18. Winnipeg and Saskatoon, 1997. **Proceedings: Canadian Forage Council, Canadian Society of Agronomy, Canadian Society of Animal Science**, Winnipeg and Saskatoon, 1997. p. 307-322.

Poppi, D.P.; France, J.; McLennan, S.R. 2000 Intake, passage and digestibility. In *Feeding Systems and Feed Evaluation Models*. Eds. M. K. and J. France. CAB International Publishing. P. 35-52.

Rees, D.V.H.. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. **J. Agric. Eng. Res.** 27(4): 469-479. 1982.

Reis, R. A., Da Silva, S. C. Consumo de forragens In: **Nutrição de Ruminantes**. Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1ª ed. Jaboticabal : FUNEP, 2006, v.1, p. 79-109.

Reis, R.A., Rodrigues, L.R.A. 1998. Aditivos para a produção de feno. In: Moura, A.S.A.M.T. et al. (eds). *Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 35. Botucatu-SP, 1998. **Anais...** Botucatu:SBZ.p. 109-152.

Reis, R.A., Moreira, A.L., Pedreira, M.S. Técnicas para produção e conservação de feno de alta qualidade. In: **SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**. Jobim C.C., Santos, G.T., Damasceno, J.C., Cecatto, U. (ed.). Maringá. Universidade Estadual de Maringá. 2001, p. 01-39.

Reis, R. A., Teixeira, I. A. M. De A., Siqueira, G. R. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.580 - 608, 2006.

Rooke, J.A. The effect of increasing acidity or osmolality of grass silage by addition of free or partially neutralized lactic acid on silage intake by sheep and upon osmolality and acid-base balance. **Animal Science**. 61:285-292. 1995.

ROTH, M.T.P. Avaliação da amonização de feno de resíduo de pós-colheita de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Dissertação (Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende) (Mestrado em Zootecnia), Jaboticabal, UNESP/FCAV, 2008. 70p.

Roth, A.P.T.P.; Siqueira, G.R.; Reis, R.A.; Schocken-Iturrino, R.P.; Oliveira, R.V.; Monteiro, R.R.; Domingues, F.N.; Roth, M.T.P. Aditivos químicos e bacterianos no pós-abertura de silagens de grãos úmidos de milho. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 43, 2006, João Pessoa **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.

Schmidt, P.; Nussio, L.G.; Santos, M.C.; Ribeiro, J.L.; Paziani, S.R.; Mari, L.J.; Loures, D.R.S.; Junqueira, M.C. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar inoculadas com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 407888. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 41, 2004, Campo Grande **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

Schingoethe, D.J., Voelker, H.H., Beardsley, G.L., Parsons, J.G. Rumen volatile fatty acids and milk composition from cows fed hay, haylage, or urea-treated corn silage. **J. Dairy Sci.** 59: 894-901. 1976.

Schocken-Iturrino, R.P.; Reis, R.A.; Coan, R.M.; Bernardes, T.F.; Panizzi, R.C.; Poiatti, M.L.; Pedreira, M.S. Alterações Químicas e Microbiológicas nas Silagens de Capim-Tifton 85 após a Abertura dos Silos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 2, p. 464-471, 2005.

Silva, J.F.C.; Mecanismos reguladores de consumo. In: **Nutrição de Ruminantes**. Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1ª ed. Jaboticabal : FUNEP, 2006, v.1, p. 57-79.

Siqueira, G.R.; Schocken-Iturrino, R.P.; Reis, R.A.; Roth, A.P.T.P.; Domingues, F.N.; Roth, M.T.P.; Oliveira, R.V.; Monteiro, R.R. Inoculantes homo e heterolático no pós-abertura de silagens de grãos úmidos de milho. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 43, 2006, João Pessoa **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.

Stenn, R.W.J., Gordon, F.J., Mayne, C.S., Poots, R.E., Kilpatrick, D.J., Usworth, E.F., Barnes, R.J., Porter, M.G., Pippard, C.J. Prediction of the intake of grass silage by cattle. In: **Recent developments in ruminant nutrition 4**. Garnsworthy, P.C. Wiseman, J. (ed.). Nottingham University Press. Nottingham. 2002. p. 101-120.

Undi, M., Wittenberger, K.M. Effect of fungal biomass in moldy alfalfa hay on preference by dairy calves with no previous exposure to moldy feeds. **Journal Dairy Science**. 79: 1250-1254. 1996

Van Os M., Jailler, M., Dulphy, J.P. The influence of ammonia, biogenic amines and  $\gamma$ -aminobutyric acid on silage intake in sheep. **British Journal Nutrition**. 76: 347-358. 1996.

Van Os, M., Dulphy, J.P., Baumont, R. The influence of ammonia and amines on grass silage intake and intake behavior in dairy cows. *Ann Zootech*. 44: 73-85. 1995a.

Van Os, M., Dulphy, J.P., Baumont, R. The effect of protein degradation products in grass silages on feed intake and intake behaviour in sheep. **British Journal Nutrition**. 73: 51-64. 1995b.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. ed., New York: Cornell University Press, 476p.

Weiss, W.P., Chamberlain, D.G., Hunt, C.W. Feeding silages. In: *Silage Science and Technology*. Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (ed.). **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America**. Madison, Wisconsin. 469-504. 2003.

Wittenberg, K.M., Undi, M., Bossuyt, C. 1996. Establishing a feed value for moulded hay. **Animal. Feed Science and Technology**. 60 (3-4): 301-310.

## USO ESTRATÉGICO DE FORRAGENS CONSERVADAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CARNE

Gustavo Rezende Siqueira<sup>1,2</sup>

Flávio Dutra de Resende<sup>3</sup>

Juliano Roman<sup>4</sup>

Ricardo Andrade Reis<sup>5</sup>

Thiago Fernandes Bernardes<sup>6</sup>

1- Pesq. da Apta regional da Alta Mogiana, Colina-SP

2- Doutorado do DZO da Unesp – Campus de Jaboticabal  
siqueiragr@apta.sp.gov.br

3- Pesq. da Apta regional da Alta Mogiana, Colina-SP  
flavio@apta.sp.gov.br;

4- Doutorado do PPZ/UEM – Bolsista Capes  
julianoroman@yahoo.com.br

5- Prof. DZO da Unesp – Campus de Jaboticabal, Bolsista do CNPq  
rareis@fcav.unesp.br

6- Pós-doutorando ESALQ/USP – Bolsista FAPESP  
tfbernardes@yahoo.com

### 1 INTRODUÇÃO

A pecuária de corte encontra-se em constante transformação filosófica, cultural e principalmente econômica. Um bom exemplo é o que ocorre nos dias em que este texto está sendo escrito. Com o embargo das importações de carne pela União Européia e restrição de exportação para a Rússia pelo estado de Mato Grosso, acontecendo nos meses de Janeiro e Fevereiro, esperava-se redução acentuada do valor da arroba. Porém, o que acontece é justamente o contrário, manutenção dos preços desde o fim da seca e até com valorização em algumas praças. Aí fica a pergunta, se reduziu a demanda e teoricamente é a época de alta oferta, por que o preço está assim? Alguns produtores têm falado que o boi da safra foi abatido na entressafra passada. Essa realmente pode ser uma explicação.

A ampla abrangência do tema proposto nos leva a adotar alguns sistemas como exemplos, pois não faz parte das nossas pretensões apresentar soluções únicas e sim, mostrar

possibilidades de inserção da forragem conservada nos sistemas de produção de bovinos de corte.

Em muitos casos, a utilização de forragens conservadas não é praticada na produção de carne bovina. Porém a intensificação dos sistemas com aumento da eficiência de utilização das pastagens, principalmente na época das águas, cria um déficit de forragem na época seca. Nessas condições a forragem conservada torna-se componente importante que permite equacionar a demanda de matéria seca dos animais ao longo do ano.

Algumas revisões abordaram a utilização de forragem como suplemento para os animais mantidos em pastagens (REIS *et al.*, 2007). Salvo, em condições onde há falta de planejamento, em nossa concepção a forragem conservada deve ser utilizada em sistema de confinamento. No caso de suplementação, o que preferencialmente deve ser utilizado de forma estratégica é o concentrado, em níveis dependentes das expectativas de ganho por animal e por área.

A possibilidade de discussão deste tema nos dias atuais é extremamente polêmica, pois o uso de dietas com altas quantidades de concentrado (acima de 90%) ou até mesmo sem volumoso (100% de concentrado) é frequentemente preconizada no setor produtivo, com a justificativa de maior lucratividade. As opiniões tanto no que diz respeito a adoção ou não do confinamento, como utilização ou não de forragem conservadas são extremamente controversas. O que sugerimos é a não existência de uma resposta única e sim uma análise de cada situação, onde o foco deverá ser a maximização de recursos obtidos por unidade de área.

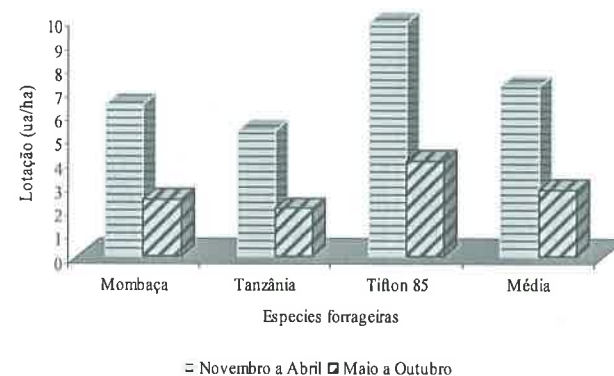
Nesta revisão, pretende-se abordar as questões supracitadas com o foco da utilização do confinamento de forma estratégica e neste os principais pontos referentes à utilização de forragens conservadas.

## 2 A INSERÇÃO DA FORRAGEM CONSERVADA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

### 2.1 A PRODUÇÃO DE FORRAGEM E A DEMANDA ALIMENTAR ANIMAL

É amplamente divulgado que o sistema de produção de bovinos no Brasil é o chamado boi de pasto. Sabe-se que a maioria dos animais abatidos é recriada e terminada a pasto recebendo, em algumas condições melhoradas, suplementação na época seca.

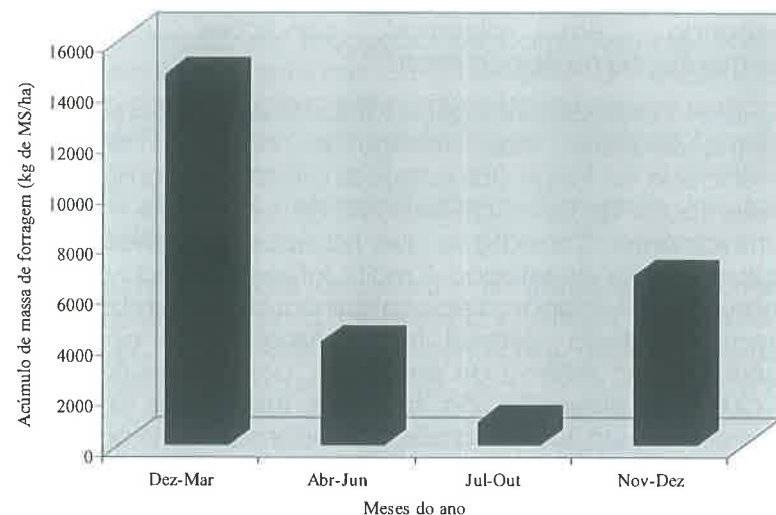
É de conhecimento geral também que as características quanti-qualitativas das forrageiras ocorrem de forma diferenciada ao longo das estações climáticas. Na Figura 1 são apresentadas as taxas de lotação de pastagens manejadas intensivamente. Constata-se que na época da seca (maio a outubro) a taxa de lotação é muito inferior gerando um déficit acentuado em relação à época das águas (novembro a abril). A redução desta variável traz consequências econômicas importantes ao sistema de produção, pois segundo Santos *et al.* (2007) a elevação da taxa de lotação é a principal responsável pela lucratividade dos sistemas de produção de bovinos de corte.



**Figura 1:** Taxa de lotação em sistemas de produção intensivos de pastagens dos capins Mombaça, Tanzânia e Tifton 85 no período de novembro de 1999 a outubro de 2000. Fonte: Adaptado de Aguiar *et al.* (2001).

As alterações constatadas na taxa de lotação são atribuídas às variações ocorridas na taxa de crescimento das forrageiras, também conhecida com estacionalidade da produção de forrageira (Figura 2). Vários fatores podem ser relacionados ao menor crescimento nos meses de abril a

outubro, sendo os mais marcantes: água, luminosidade e temperatura.

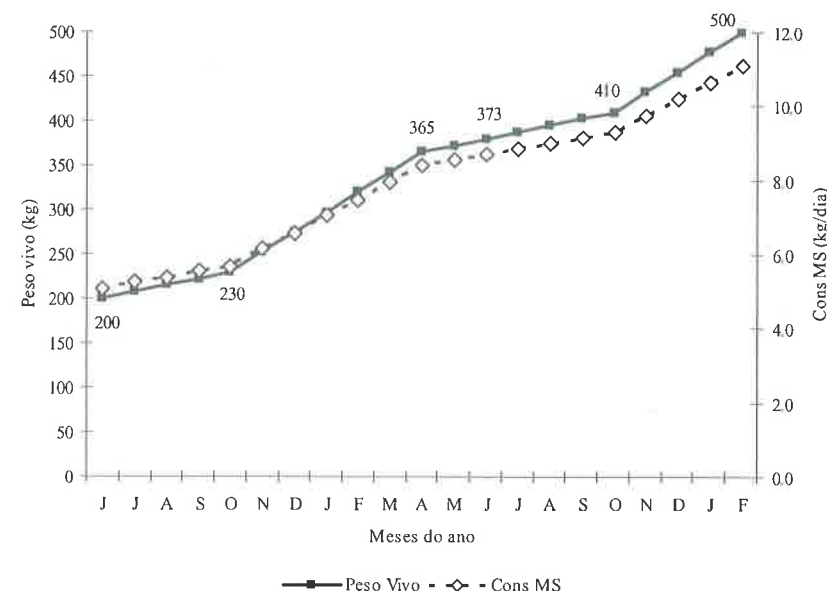


**Figura 2:** Acúmulo de massa seca de forragem (kg de MS/ha) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a quatro alturas de manejo de dezembro de 2001 a dezembro de 2002. Fonte: Adaptado de Andrade (2003).

Além dos fatores relacionados à produção de forragem, as características qualitativas do pasto são amplamente alteradas ao longo do ano. Euclides *et al.* (1996) observaram variação da digestibilidade de 60% em dezembro e janeiro a 50% de nos meses de junho e julho, decréscimo semelhante também foi observado no conteúdo de proteína bruta de 11% (águas) para 7% (seca). Esses decréscimos ocorrem principalmente devido ao aumento proporcional do material senescente, limitando em sobremaneira o desempenho animal na época da seca.

Assim como ocorre oscilações na oferta e qualidade do pasto durante o ano, a demanda dos animais também varia, e muitas vezes essa relação é conflitante, ou seja, aumento da demanda do animal com diminuição da oferta de pasto. Para exemplificar essa relação, consideremos um sistema melhorado de recria e terminação de bovinos de corte, onde animais ingressam com idade de oito meses e peso de 200 kg a desmama e permanecem até atingirem peso de abate

próximo aos 500 kg, equivalente a carcaças de 17 a 18%, peso esse que permite maiores possibilidades de negociação entre o produtor e o frigorífico, devido aos maiores rendimentos de cortes comerciais destes animais. Como ganhos de peso consideremos 0,250 kg/dia nas épocas da seca e 0,750 kg/dia na época das águas, exemplos típicos de utilização de proteína na época da seca e sal mineral nas águas, ambos de boa qualidade. Determinou-se o consumo estimado pelas exigências do NRC (1996) que considera apenas o peso vivo. Sabe-se que as mudanças estruturais e qualitativas da pastagem influenciam o consumo dos animais, porém para fins destes cálculos, esses dados representam o comportamento esperado. Nestas condições tem-se que, com a evolução do peso vivo, o consumo de matéria seca cresce proporcionalmente (Figura 3).



**Figura 3:** Evolução do peso vivo e do consumo de bovinos de corte

Neste caso, os animais seriam abatidos por volta dos 30 meses de idade, e passariam na propriedade por dois períodos de seca, um período completo de águas e 75% de um segundo período, levando esses animais ao abate em épocas que geralmente o preço da arroba é inferior, pois se considera como época da safra. No passado estas diferenças de preço

da arroba eram marcantes, atualmente as diferenças são pequenas, mas podem auxiliar em diferentes tomadas de decisões.

A análise conjunta das Figuras 2 e 3 mostram que na primeira seca o consumo estimado é de 5,4 kg/dia, ao passo que na segunda seca da vida dos animais a demanda de matéria seca é em média de 8,9 kg/dia (65% superior ao da primeira). Esta relação seria a mesma que dois animais de segunda seca consomem aproximadamente o mesmo que três de primeira. Isso se instala em um momento crítico de produção de forragens. Como na maioria das propriedades os produtores permanecem com os animais até o abate, implica-se na subutilização das pastagens na época das águas, com objetivo de reserva de pasto para a seca. Segundo Euclides (2002) para que se aumente a capacidade suporte da propriedade é fundamental que se modifique a prática usual de se estabelecer a taxa de lotação com base na produção observada na seca.

Nessa situação várias estratégias podem ser adotadas com objetivo de minimizar esses efeitos, entre elas têm-se: irrigação, forrageiras de inverno para pastejo, adubações estratégicas, suplementação, utilização de volumosos conservados e confinamento. Cada uma dessas alternativas deve ser escolhida conforme as condições edafoclimáticas, econômicas, categoria animal e grau de intensificação do sistema de produção em que se insere.

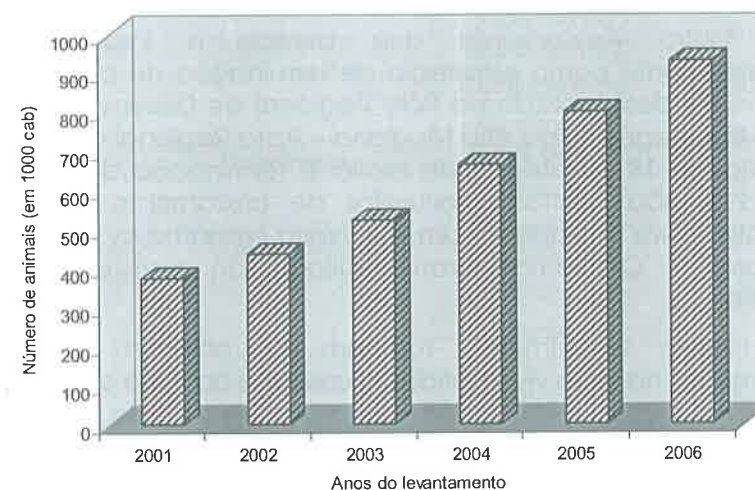
## 2.2 O CONFINAMENTO COMO FERRAMENTA DE PRODUÇÃO

Mais uma vez o Brasil é falho em estatísticas que nos situem a respeito dos sistemas de produção. Aproveita-se essa oportunidade para parabenizar a equipe do site Beefpoint por realizar um dos poucos ou único levantamento sobre confinamento de bovinos de corte no Brasil.

Os levantamentos realizados anualmente pela equipe do Beefpoint constituíram-se em avaliar as tendências dos 50 maiores confinamentos do Brasil (Top 50). Como a avaliação depende da adesão voluntária dos proprietários acredita-se que muitas propriedades que não foram avaliadas poderiam

estar entre as 50, porém o importante é avaliar as tendências e as relações e não apenas os valores absolutos.

Neste contexto, pode-se observar na Figura 3, o aumento do número de animais confinados pelos Top 50 passando de 377.000 em 2001 para mais de 934.000 bovinos em 2006, crescimento de 250% e com previsão de 1,3 Milhões para 2007. Acredita-se que a tendência de crescimento do número de animais confinados não é prática comum apenas aos Top 50, mas sim a maioria dos confinamentos existentes no Brasil.



**Figura 4:** Número de animais confinados pelos cinquenta maiores confinamentos do Brasil

Fonte: Adaptado de <[www.beefpoint.com.br](http://www.beefpoint.com.br)>.

Além do aumento do número de animais confinados, outro dado importante do levantamento é que apenas 12% dos confinamentos são de terminadores exclusivos, isto é, o restante dos confinamentos é de fazendas que realizam outras etapas da criação dos animais (cria e/ou recria). Nesse sentido, acredita-se que o confinamento é predominantemente utilizado como estratégia de manejo das pastagens, da lotação da fazenda e da antecipação da idade ao abate.

Alguns experimentos avaliaram a inserção do confinamento como parte do sistema de produção e não

apenas como fase isolada. Um dos estudos pioneiros foi realizado por Euclides *et al.* (1998) que avaliou diferentes sistemas de produção de bovinos da raça Nelore. Observou-se que animais não suplementados, que recebiam apenas sal mineral, foram abatidos com aproximadamente 36 meses, o que pode ser considerado uma boa idade quando comparada aos valores comumente observados. Todavia, animais que foram suplementados na primeira seca e confinados na segunda seca foram abatidos aos 24 meses. Além da antecipação da idade de abate, outro fato muito importante para o sistema é a liberação de área para a entrada de novos animais no sistema.

Outro experimento que avaliou a inserção do confinamento como estratégia de terminação de bovinos de corte, foi desenvolvido no Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Mogiana - Apta Regional de Colina. Avaliou-se 18 estratégias de recria e terminação de bovinos machos não castrados oriundos de cruzamento industrial, mantidos em pastagens com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Tabela 1). Os animais foram avaliados do desmame até o abate.

Neste experimento também se observou que as diferenças no peso vivo obtidas no período da seca em função do nível de suplementação foram mantidas durante o período das águas. No entanto, na avaliação da fase de terminação dos animais mantidos no pasto observaram-se maiores ganhos dos animais que durante a estação das águas receberam sal mineral (0,690 kg/dia) em comparação aos que receberam suplemento (0,5% PV) (0,531 kg/dia) (Tabela 2). Já quando se utilizou na fase de terminação um plano nutricional elevado (confinamento), a diferença a favor dos animais que receberam sal mineral em relação aos suplementados com 0,5% PV foi de 0,062 g/dia. Dessa forma, este experimento reforça que mais importante que a definição pontual de qual plano nutricional adotar em um período específico, é a definição de uma estratégia completa que o animal passará por toda a sua vida produtiva.

**Tabela 1:** Estratégias de planos nutricionais de suplementação da dieta de animais em pastejo com lotação intermitente com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Colina-SP

| Épocas de avaliação     |                          |                          | Sigla    |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
| 1ª seca                 | 1ª água                  | 2ª seca (terminação)     |          |
| Sal uréia               | Sal mineral              | Suplemento (0,5 % do PV) | SU-SM-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | SU-SM-C  |
|                         | Suplemento (0,1% do PV)  | Suplemento (0,5 % do PV) | SU-S1-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | SU-S1-C  |
|                         | Suplemento (0,5 % do PV) | Suplemento (0,5 % do PV) | SU-S5-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | SU-S5-C  |
| Suplemento (0,1% do PV) | Sal mineral              | Suplemento (0,5 % do PV) | S1-SM-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | S1-SM-C  |
|                         | Suplemento (0,1% do PV)  | Suplemento (0,5 % do PV) | S1-S1-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | S1-S1-C  |
|                         | Suplemento (0,5 % do PV) | Suplemento (0,5 % do PV) | S1-S5-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | S1-S5-C  |
| Suplemento (0,5% do PV) | Sal mineral              | Suplemento (0,5 % do PV) | S5-SM-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | S5-SM-C  |
|                         | Suplemento (0,1% do PV)  | Suplemento (0,5 % do PV) | S5-S1-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | S5-S1-C  |
|                         | Suplemento (0,5 % do PV) | Suplemento (0,5 % do PV) | S5-S5-S5 |
|                         |                          | Confinamento             | S5-S5-C  |

Fonte: Adaptado de Sampaio *et al.* (Dados não publicados).

**Tabela 2:** Ganho médio de diário de bovinos submetidos a diferentes planos nutricionais, avaliados da desmama ao abate.

| Sigla    | GMD (kg/dia) |              | Peso Final (kg) | Idade ao abate (meses) |
|----------|--------------|--------------|-----------------|------------------------|
|          | Terminação   | Geral        |                 |                        |
| SU-SM-S5 | 0,689        | 0,512        | 501             | 26,9                   |
| SU-SM-C  | <b>1,622</b> | <b>0,630</b> | <b>507</b>      | <b>23,7</b>            |
| SU-S1-S5 | 0,671        | 0,538        | 513             | 26,7                   |
| SU-S1-C  | <b>1,362</b> | <b>0,624</b> | <b>496</b>      | <b>23,2</b>            |
| SU-S5-S5 | 0,530        | 0,534        | 508             | 26,5                   |
| SU-S5-C  | <b>1,298</b> | <b>0,647</b> | <b>494</b>      | <b>22,6</b>            |
| S1-SM-S5 | 0,723        | 0,513        | 502             | 26,9                   |
| S1-SM-C  | <b>1,372</b> | <b>0,603</b> | <b>490</b>      | <b>23,4</b>            |
| S1-S1-S5 | 0,650        | 0,525        | 508             | 26,8                   |
| S1-S1-C  | <b>1,269</b> | <b>0,617</b> | <b>490</b>      | <b>23,1</b>            |
| S1-S5-S5 | 0,537        | 0,557        | 510             | 25,9                   |
| S1-S5-C  | <b>1,434</b> | <b>0,681</b> | <b>507</b>      | <b>22,5</b>            |
| S5-SM-S5 | 0,657        | 0,526        | 503             | 26,6                   |
| S5-SM-C  | <b>1,364</b> | <b>0,617</b> | <b>492</b>      | <b>23,2</b>            |
| S5-S1-S5 | 0,621        | 0,545        | 510             | 26,4                   |
| S5-S1-C  | <b>1,560</b> | <b>0,685</b> | <b>515</b>      | <b>22,8</b>            |
| S5-S5-S5 | 0,526        | 0,546        | 499             | 25,6                   |
| S5-S5-C  | <b>1,440</b> | <b>0,688</b> | <b>501</b>      | <b>22,1</b>            |

Fonte: Adaptado de Sampaio *et al.* (Dados não publicados).

Os animais cuja terminação foi realizada em confinamento apresentaram ganho diário médio de 1,413 kg, enquanto que os mantidos no pasto tiveram ganhos de 0,623 kg/dia. Essa diferença de ganho na fase final propiciou aos animais elevação média de 0,111 kg/dia ao longo de todo o período, da desmama ao abate. Consequentemente a idade ao abate foi reduzida em 3,5 meses, passando de 182 dias nos animais mantidos no pasto para 76 dias nos animais confinados. Considerando que a fase de terminação começou no dia 20 de junho de 2007, os animais confinados na média foram abatidos até o mês de setembro, variando conforme as

estratégias utilizadas nas fases anteriores. Já os animais mantidos no pasto a média de abate foi o mês de dezembro, sendo que alguns animais permaneceram no sistema até o mês de fevereiro de 2008.

É com base em resultados como esse que a decisão por utilizar ou não o confinamento e, dentro deste, pela escolha do volumoso a ser utilizado, devem ser considerados. A decisão isolada deve ser evitada e a definição de estratégias de suplementação ou adoção do confinamento devem ser previamente planejadas e determinadas considerando todas as fases de desenvolvimento do animal. Nesse sentido, atribui-se ao confinamento, o status de importante ferramenta estratégica no manejo da lotação da propriedade e consequentemente no manejo das pastagens visando o máximo da exploração econômica destas.

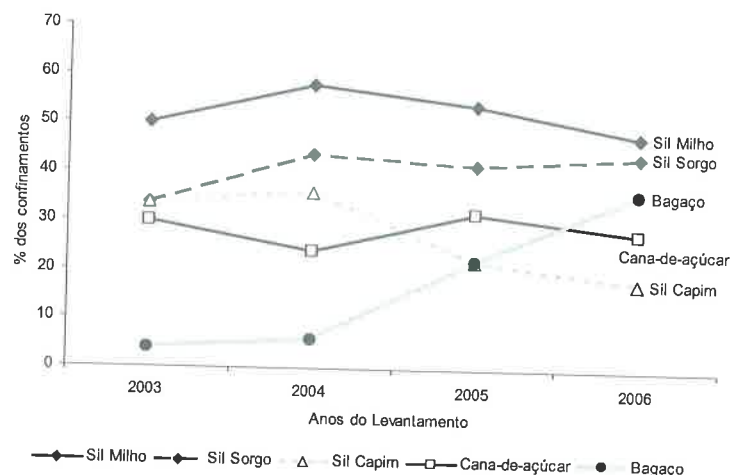
Uma vez definida a adoção do confinamento, a alimentação, segundo Lopes *et al.* (2005), é o item que mais influencia o custo de produção (95,6%), excluindo-se a compra de animais, pois como foi visto a maioria dos confinamentos utiliza animais próprios. Os volumosos não representam a maior percentagem do custo de alimentação; esse espaço é ocupado pelo concentrado. No entanto, de forma indireta, a produção de um volumoso com alta qualidade nutricional pode reduzir a necessidade quantitativa de concentrado, afetando dessa maneira o custo de produção da arroba. Independente do volumoso a ser utilizado e da sua participação na dieta o mesmo deve ser produzido com o máximo de critérios e cuidados (SIQUEIRA *et al.* 2007a).

### 3 PRINCIPAIS OPÇÕES FORRAGEIRAS UTILIZADAS PARA CONSERVAÇÃO NA FORMA DE SILAGEM

São diversas as opções de forrageiras para a conservação na forma de silagem, cada uma com suas características qualitativas e produtivas particulares, que são variáveis conforme as condições edafoclimáticas e de manejo. Esses fatores são determinantes na rentabilidade do sistema, e são os balizadores na escolha de determinada opção.

Dentre as fontes volumosas existentes para produção de bovinos de corte em sistema de confinamento destacam-se o milho, o sorgo, a cana-de-açúcar e os capins de clima tropical,

conforme pode ser observado em levantamento feito nos 50 maiores confinamentos do Brasil pelo site Beefpoint (Figura 5).



**Figura 5:** Porcentagem de utilização de volumosos pelos 50 maiores confinamentos do Brasil  
Fonte: Adaptado de <www.beefpoint.com.br>.

As silagens de milho e de sorgo são as mais utilizadas, com pequenas oscilações durante os anos avaliados. A cana-de-açúcar, utilizada basicamente na forma *in natura*, está presente em 25 a 30% dos confinamentos. Já a silagem de capim que em 2003 e 2004 era utilizada por cerca de 30% dos confinamentos, apresentou uma forte queda nos anos de 2005 e 2006, estando presente em 18% dos confinamentos. Vale destacar também neste levantamento o forte crescimento da utilização de bagaço de cana como fonte volumosa, motivado principalmente pela facilidade de manejo e a não necessidade de conservação.

Com base neste levantamento, serão discutidos nos próximos itens os principais aspectos de cada forrageira supracitada, tendo como base a sua utilização na forma de silagem. Desta forma, o bagaço de cana não será incluído. Relacionar-se-á uma série de artigos que estudaram os gargalos da produção destas forrageiras, mas, mesmo assim, sugere-se aos leitores que busquem complementar as informações abaixo relacionadas com a leitura dos artigos, pois apenas será possível um levantamento destas peculiaridades.

### 3.1 MILHO

A planta de milho é tradicionalmente o material mais utilizado para ensilagem em diversas partes do mundo. Associa características de alta ensilabilidade, como adequado teor de carboidratos solúveis na matéria original e baixo poder tampão, com alto valor nutritivo, caracterizado pela elevada densidade energética e teores moderados de proteína bruta.

A importância da cultura do milho no contexto mundial tem proporcionado o desenvolvimento de importantes avanços tecnológicos para seu cultivo, seja com a disponibilidade de materiais genéticos, como também através do aprimoramento de técnicas de cultivo e manejo. Essa gama de opções, embora positiva, exige uma avaliação criteriosa para a definição de qual material utilizar para ensilagem, de modo que haja uma relação harmoniosa entre produtividade da cultura e qualidade da silagem.

O valor nutritivo da planta de milho para silagem é influenciado pela participação de grãos, teor de FDN da fração colmo, digestibilidade da FDN, teor de amido no grão, digestibilidade do amido, teor de óleo e teor de proteína (BALL *et al.*, 2000). Esses fatores são importantes para escolha do material genético a ser utilizado, e são variáveis de acordo com a cultivar/híbrido, ou dentro da mesma cultivar/híbrido, devido a fatores climáticos, de fertilidade, ou de manejo da planta.

O estágio de desenvolvimento da planta e a altura de corte são aspectos de manejo que influenciam tanto o valor nutritivo da massa ensilada, como a produtividade da cultura. Em geral, as recomendações de colheita do milho para ensilagem situam-se entre 30 a 35% de MS, ponto ótimo que reúne características positivas para adequada fermentação, elevado valor nutritivo da planta e produtividade satisfatória. Colheitas realizadas em estágios mais precoces podem ser prejudiciais devido a excessivas perdas de nutrientes no silo por lixiviação e a menores concentrações de energia relacionada à baixa quantidade de amido no grão, além da menor produção de MS por área. Em contraste, plantas colhidas em estágio avançado de maturidade possuem baixo valor nutritivo, devido à pobre digestão da fibra e do amido (WIERSMA *et al.*, 1993). Além disso, elevados teores de MS

comprometem a compactação e exclusão do oxigênio, prejudicando a adequada fermentação da massa ensilada.

A elevação da altura de corte tem sido uma estratégia estudada recentemente com o intuito de aumentar o valor nutritivo da silagem. A elevação da altura de corte permite o aumento da participação de grãos e a diminuição da quantidade de colmo na massa ensilada (BUMBIERIS JÚNIOR *et al.*, 2007), o que promove diminuição dos teores de FDN e FDA (NEYLON; KUNG JR, 2003; VASCONCELOS *et al.*, 2005) e aumento nos teores de amido (NEYLON; KUNG JR, 2003), proteína bruta (RESTLE *et al.*, 2002a; VASCONCELOS *et al.*, 2005), digestibilidade da MO e da densidade energética (RESTLE *et al.*, 2002a). Com relação à produção de MS, a maioria dos trabalhos mostra um declínio com a elevação da altura de corte.

Ainda são escassos os trabalhos avaliando a influência da altura de corte do milho para ensilagem no desempenho de bovinos de corte. Com aumento na altura de corte de 20 para 42 cm, Restle *et al.* (2002a) não verificaram diferenças no consumo de nutrientes, no ganho de peso médio diário e na conversão alimentar, embora tenha havido uma melhora no valor nutritivo da silagem. Resultados semelhantes foram verificados por Neumann *et al.* (2007) em aumento da altura de corte do milho de 15,2 para 38,6 cm.

A densidade de plantas também tem influência na qualidade e produtividade da cultura de milho para ensilagem. Em trabalho avaliando a influência da densidade de plantas de milho (44500 a 104500 plantas/ha) na produção e qualidade da silagem em diferentes localidades de Wisconsin (EUA), Cusicanqui e Lauer (1999) verificaram resposta quadrática da produção de forragem, com maiores valores encontrados entre 97300 e 102200 plantas. O valor nutritivo da silagem, entretanto, diminuiu com o aumento da densidade, com reduções na digestibilidade e nos teores de proteína bruta e aumento nos teores de FDN e FDA. Através de simulações da produção de leite, os autores verificaram diminuição da produção individual com o aumento da densidade de plantas, e resposta quadrática da produção por área, com maiores valores em densidade de plantas entre 75000 e 85000, cerca de 6000 plantas a mais que recomendações para a produção de grãos naquela região. No Brasil são poucos os trabalhos

avaliando o efeito da densidade de plantas na produção e qualidade da silagem de milho.

Um fator de grande importância que afeta a qualidade da silagem de milho é sua alta propensão a deterioração quando exposta ao ar, devido principalmente ao desenvolvimento de leveduras que metabolizam o ácido láctico, ocasionando elevação do pH da silagem e perdas no seu valor nutritivo (RANJIT *et al.*, 2002). Vários estudos têm sido conduzidos nos últimos anos com o intuito de identificar esses processos e determinar estratégias para prevenir e/ou reduzir seus efeitos. Essas estratégias envolvem cuidados de manejo desde o dimensionamento do silo até a retirada e fornecimento aos animais, bem como a utilização de aditivos (SIQUEIRA *et al.*, 2005; BERNARDES *et al.*, 2005; SIQUEIRA *et al.*, 2007a).

### 3.2 SORGO

O sorgo destaca-se para a produção de silagem devido as suas características nutricionais, produtivas e de ensilabilidade. É uma opção vantajosa em regiões onde as condições edafoclimáticas possam ser limitantes para a produção de milho, principalmente em presença de déficits hídricos, ou mesmo em condições de safrinha, pois apresenta sistema radicular bem desenvolvido capaz de explorar maior volume de solo. O sorgo permite ainda a possibilidade de realização de dois cortes, devido sua capacidade de rebrota, que em condições de manejo adequadas pode chegar a 60% do primeiro corte.

Assim como o milho e outras culturas, a produção de forragem é variável conforme o cultivar/híbrido, condições edafoclimáticas e de manejo da cultura. Existe uma gama de materiais genéticos de sorgo, mas que são distribuídos basicamente em quatro grandes grupos: sorgo granífero, sorgo para pastejo, sorgo forrageiro e sorgo de dupla aptidão (produção de forragem e grãos), sendo os dois últimos os mais utilizados para ensilagem.

Ao avaliarem diferentes híbridos de sorgo para silagem, Neumann *et al.* (2002a) verificaram maior produção de forragem para os híbridos forrageiros em relação aos de duplo propósito (10027 vs 8381 kg/ha de MS, respectivamente, com

apenas um corte). Em contrapartida os híbridos de duplo propósito, particularmente o AG 2005E conferiu maior valor nutritivo à silagem, devido à maior porcentagem do componente panícula na estrutura da planta. Em avaliação do desempenho animal, esse mesmo híbrido proporcionou melhor ganho de peso individual (1,281 vs 0,945 kg/dia para os híbridos forrageiros) e melhor conversão animal (6,88 vs 8,73 kg MS/kg PV para os híbridos forrageiros). Conseqüentemente observou-se maior receita líquida por hectare na utilização de híbridos de duplo propósito em comparação aos híbridos forrageiros, sendo as médias R\$526,12 e R\$461,81, respectivamente (NEUMANN *et al.*, 2002b).

Resultados semelhantes foram verificados por Resende *et al.* (2003), onde cultivares forrageiros foram mais produtivos e fibrosos, e apresentaram menor degradabilidade efetiva da fibra em relação a híbridos graníferos e de duplo propósito. Esses autores concluíram que apesar de existirem cultivares com alta produtividade e digestibilidade, pode ser difícil conciliar o máximo valor nutritivo com a máxima produtividade na planta de sorgo.

A altura de corte também tem sido avaliada como estratégia para elevar o valor nutritivo da massa ensilada, partindo do mesmo princípio que o relatado para o milho. Nesse sentido, Restle *et al.* (2002b) verificaram que o aumento da altura de corte da planta de sorgo de 14 para 45 cm proporcionou silagens com menores teores de FDN e FDA e maior concentração de energia digestível por kg de MS, interferindo positivamente na conversão animal. Entretanto, não houve diferença no desempenho individual dos animais. Da mesma forma que ocorre no milho, foram verificadas reduções na produção de matéria seca. As produções de MS encontradas, apenas em um corte, foram de 16213 kg/ha MS (40594 kg/ha matéria verde) em altura de corte de 14 cm e de 11419 kg/ha MS (33613 kg/ha matéria verde) em altura de corte de 45 cm, o que representou redução de cerca de 29%.

### 3.3 CANA-DE-AÇÚCAR

A cultura da cana-de-açúcar tem importante participação histórica na economia do Brasil, com seu cultivo desde o início da colonização portuguesa. Sua grande adaptabilidade ao clima do País faz com que essa cultura

esteja presente em todo o território nacional, com grande utilização para a produção de açúcar, biocombustíveis e outros compostos.

Na década de 70 houve um grande incentivo para a produção de biocombustíveis, o que ampliou consideravelmente as áreas plantadas, além de incentivar a geração de novas tecnologias de plantio e cultivo, e seleção genética. Isso proporcionou um grande desenvolvimento para o setor sucro-alcooleiro, tornando o Brasil o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Atualmente, um novo crescimento do setor está ocorrendo, com diversas usinas de produção de açúcar e álcool sendo implantadas e aumento da área cultivada.

A cana-de-açúcar também tem sido utilizada intensamente na alimentação de ruminantes, principalmente bovinos. Entre as diversas características positivas da cana-de-açúcar estão (RESENDE *et al.*, 2005): alta produtividade de massa verde em uma única colheita, baixo custo por unidade de matéria seca, longo período de manutenção do valor nutritivo após a maturação, cultura de fácil implantação e que requer poucos tratos culturais, período de colheita coincidente com o período de escassez de forragem das pastagens, disponibilidade de tecnologias advindas do setor sucro-alcooleiro e melhor qualidade no período de escassez de forragem das pastagens.

Como atributos negativos, existem limitações nutritivas para essa forrageira, principalmente devido aos baixos teores de proteína bruta e baixa digestibilidade da fibra (CORRÊA *et al.*, 2003; MAGALHÃES *et al.*, 2004, FREITAS *et al.*, 2006a), o que veiculou, por muitos anos, a utilização da cana-de-açúcar a animais de baixo potencial produtivo. Essas limitações, entretanto, podem ser contornadas com o correto balanceamento das dietas contendo cana-de-açúcar, permitindo desempenhos satisfatórios dos animais, conforme demonstrado em vacas leiteiras de alta produção por Costa *et al.* (2005) e Queiroz *et al.* (2008).

A maioria das características requeridas pelas indústrias produtoras de açúcar e álcool nas variedades de cana também são de interesse dos produtores de bovinos. Desse modo, o desenvolvimento tecnológico propiciou o lançamento de variedades apropriadas à produção animal, o que

favoreceu o fortalecimento destas variedades em diversas regiões do país.

Um dos pontos que limita o aumento da utilização da cana-de-açúcar em grandes confinamentos é a demanda diária para cortes, picagem e transporte, o que pode estabelecer limitações logísticas e operacionais. Além disso, a colheita diária da cana em grandes áreas dificulta os tratos culturais nas áreas de cultivo e a reforma de canaviais, que terão plantas em diversos estágios de desenvolvimento. Dessa forma, a ensilagem apresenta-se como ferramenta para situações onde o corte diário é dificultado, ou quando há necessidade de liberação de áreas em curto espaço de tempo. Também é alternativa para evitar perdas em casos de incêndios acidentais ou ocorrências de geadas, casos em que os canaviais precisam ser utilizados rapidamente para evitar a inversão de sacarose e o consumo de carboidratos através da respiração.

A cana-de-açúcar apresenta características intrínsecas que proporcionam alta ensilabilidade, mas que apesar disso pode apresentar altas quantidades de perdas, tanto de matéria seca como no valor nutritivo. Uma das principais dificuldades apresentadas pela ensilagem de cana-de-açúcar é a população de leveduras que está presente na cultura (microbiota epifítica) durante a colheita e que domina o processo fermentativo, pois não é inibida pela redução do pH, pelas condições anaeróbias e pela pressão osmótica. Dessa forma durante a fermentação, a população de levedura promove a conversão de açúcar em etanol, gás carbônico e água, gerando perdas de matéria seca e energia que podem chegar a 48% e 0,2 %, respectivamente (McDONALD *et al.*, 1991). Essas reações levam a redução do valor nutritivo e elevadas perdas durante a estocagem e fornecimento da silagem aos animais, causando a diminuição no teor de carboidratos solúveis, baixos teores de ácido lático e aumento relativo no teor de fibra das silagens.

O etanol possui alto valor energético, com conversão no rúmen a acetato, mas altas quantidades na silagem promovem rejeição dos animais, além de gerar perdas energéticas da forragem devido à volatilização. Além disso, segundo Lehninger (1982), o etanol absorvido no rúmen interfere negativamente na gliconeogênese, devido à competição metabólica no fígado do ruminante.

Nos últimos anos diversos trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de avaliar técnicas que melhorem o padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar, baseadas principalmente na utilização de aditivos. Resultados satisfatórios foram encontrados com aditivos absorventes, como rolão de milho (ANDRADE *et al.*, 2001) e resíduo de cultura de soja (FREITAS *et al.*, 2006b); aditivos químicos como uréia (PEDROSO, 2003; SCHMIDT, 2006; SIQUEIRA *et al.*, 2007b, 2007c), benzoato de sódio (PEDROSO, 2003; SCHMIDT, 2006; SIQUEIRA *et al.*, 2007b, 2007c) e óxido de cálcio (ROTH *et al.*, 2006; BALIEIRO NETO *et al.*, 2007), inoculantes bacterianos, principalmente com *Lactobacillus buchneri* (PEDROSO, 2003; SCHMIDT, 2006; SIQUEIRA *et al.*, 2007b, 2007c); ou ainda associação entre inoculantes bacterianos e aditivos químicos (SIQUEIRA *et al.*, 2007b, 2007c). Não serão feitos maiores comentários sobre essas tecnologias, visto que esse tema será abordado com detalhes em outro capítulo.

Os resultados de desempenho animal com uso de silagem de cana, segundo Resende *et al.* (2005), normalmente são inferiores aos encontrados para a cana de açúcar *in natura*. Isso pode ocorrer pela maior produção de ácido acético e álcool, e por esta razão limitar o consumo de matéria seca, devido à influência direta sobre os receptores químicos ligados a saciedade. Estudos realizados recentemente com silagem de cana-de-açúcar aditivada utilizada em dietas balanceadas para bovinos de corte têm demonstrado, no entanto, excelentes resultados de desempenho animal (PEDROSO *et al.*, 2006; SCHMIDT, 2006).

### 3.4 CAPINS DE CLIMA TROPICAL

A conservação de gramíneas de clima tropical na forma de silagem é uma alternativa bastante utilizada em sistemas de produção pecuária, aproveitando o excedente da produção na estação de crescimento e como forma alternativa à fenação, visto a dificuldade de se obter a desidratação pela excessiva pluviosidade que ocorre na época de corte. As principais gramíneas utilizadas compreendem principalmente as cultivares de *Panicum maximum* (Tanzânia, Mombaça) e *Brachiaria brizantha* (Marandu), por serem as mais estabelecidas no País, mas com utilização também de

cultivares de *Pennisetum purpureum* (Capim elefante) e do gênero *Cynodon* (Tifton 85; Coast-cross).

O grande impulso na utilização de silagem de capins tropicais ocorreu a partir de meados da década de 90, com o aparecimento de novos equipamentos e com o intuito de produzir um volumoso de baixo custo. Passado alguns anos, vê-se decréscimo do seu uso, principalmente nos maiores estabelecimentos de terminação, conforme verificado na Figura 5.

Entre as principais causas da diminuição de sua utilização estão as acentuadas perdas que ocorrem desde a colheita até seu fornecimento aos animais, resultando, em alguns casos, em elevação de custo de nutrientes a serem oferecidos aos ruminantes, conforme demonstrado em levantamentos de campo feitos por Igarasi *et al.*, (2002). Ainda segundo os autores, a produção média tem sido próxima de 17 t MS/ha, onde este valor se assemelha àqueles observados para utilização de culturas como milho e sorgo, induzindo ao questionamento sobre a justificativa de se utilizar capins tropicais em condições não tecnificadas.

As quantidades elevadas de perdas durante a fermentação podem estar ligadas às características inerentes às forrageiras de clima tropical como baixa concentração de carboidratos solúveis (CHOs) e alta umidade no momento do corte (REIS *et al.*, 2004), o que acarreta fermentações indesejáveis. Além disso, problemas ligados a mecanização do corte têm gerado tamanhos de partículas elevados prejudicando a compactação da massa ensilada. Diversos trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de identificar técnicas de manejo como forma de prevenir e amenizar as perdas ocorridas durante o processo.

O intervalo entre cortes constitui-se em fator importante no processo de ensilagem. Mari (2003) verificou que a otimização do intervalo entre cortes em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu visando conciliar elevada produção de MS e valor nutritivo satisfatório ocorreu ao redor de 60 dias de crescimento vegetativo, quando a baixa digestibilidade foi compensada pela maior produção de MS e menores perdas no processo fermentativo.

Práticas associadas à alteração do teor de MS de capins tropicais para ensilagem, como o pré-emurchimento (IGARASI,

2002; LOURES *et al.*, 2005; BERGAMASCHINE *et al.*, 2006; CASTRO *et al.*, 2006) ou uso de aditivos adstringentes, como polpa cítrica (IGARASI, 2002; BERGAMASCHINE *et al.*, 2006; BERNARDES *et al.*, 2007; COAN *et al.*, 2008) tem demonstrado ganhos em eficiência no processo de fermentação, com redução de perdas fermentativas e por efluentes e melhoria do valor nutritivo. Contudo, segundo Igarasi (2002), a recomendação definitiva dessas técnicas, requer um julgamento criterioso, com base em análise de custos.

A utilização de inoculantes enzimo-bacterianos para melhoria da fermentação e do valor nutritivo da silagem de capins tropicais também foi alvo de vários estudos, mas sem apresentar resultados positivos que justifiquem seu uso, seja em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BERGAMASCHINE *et al.*, 2006; BERNARDES *et al.*, 2007) ou capim Tifton 85 (CASTRO *et al.*, 2006). Em *Panicum maximum* cv. Tanzânia, Igarasi (2002) verificou benefícios marginais com utilização de inoculante bacteriano, enquanto que Loures *et al.* (2005) verificaram que a adição de enzimas fibrolíticas nas silagens promoveu redução da fração fibrosa, principalmente de hemicelulose, com maior eficiência em silagens emurchecidas, apesar de não ter havido aumento na DIVMS.

Com relação ao desempenho animal, Paziani *et al.* (2006) mostraram que não houve efeito da redução no tamanho de partícula, uso de inoculante bacteriano, emurchecimento ou adição de milho na ensilagem de capim Tanzânia sobre a ingestão de MS, desempenho animal e conversão alimentar quando incluídas em dietas com 55% de volumoso, com valores médios de 2,4% PV, 1,03 kg/animal/dia e 7,9 kg MS/kg PV, respectivamente. Da mesma forma, Coan *et al.* (2008) não verificaram efeito da adição de polpa cítrica peletizada no processo de ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu no desempenho dos animais, os quais foram semelhantes aos ganhos de animais alimentados com dietas a base de silagem de milho (0,836 kg/animal/dia na média dos tratamentos).

#### 4 A ESCOLHA DA FORRAGEIRA A SER UTILIZADA

Uma vez definida a opção de utilizar o confinamento como estratégia para a terminação dos animais, e a ensilagem como forma de conservação, segue-se a outro passo importante no sistema de produção: a escolha da forrageira a

ser ensilada. Essa escolha requer atenção especial, e envolve uma série de fatores que estão relacionados basicamente com os resultados bioeconômicos que a forrageira pode proporcionar ao compor uma dieta. Além disso, outro fator importante a ser considerado é a demanda de forragem necessária para o confinamento, e a área necessária e disponível para sua produção.

#### 4.1 INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO vs. DEMANDA POR FORRAGEM SUPLEMENTAR

A intensificação do uso de pastagens no sistema de produção está altamente relacionada com a necessidade de fornecimento de forragem suplementar, conforme foi demonstrado em estudo de simulação desenvolvido por Aguiar (2002). O aumento da produção do pasto ou mesmo a utilização de suplemento concentrado no período das águas, permitem aumentos substanciais em suas lotações, o que acentua o desbalanço entre demanda animal e produção do pasto no período seco do ano, e aumenta a exigência pela utilização de forragem suplementar. Quanto maior a intensificação da produção da pastagem, maior será a demanda de forragem suplementar no período crítico de crescimento do pasto, e conseqüentemente maior a área necessária para sua produção, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Nota-se também a importância da produtividade da forrageira, a qual interfere diretamente na área destinada à produção, e pode ser critério importante em situações de limitação de área.

A simulação apresentada por Aguiar (2002) foi baseada em situações de suplementação de volumosos para animais em pastejo, no período da seca, com consumo estimado de 1,8% PV. Para sistemas onde o confinamento está inserido, as proporções de área podem ser menores, devido à contribuição dos alimentos concentrados, mas o comportamento da demanda com a intensificação da produção do pasto será o mesmo.

**Tabela 3:** Proporção da área da fazenda ocupada com volumoso suplementar com diferentes níveis de produção

| Produção do suplemento (t/ha/ano MS) | Produção da pastagem (t/ha/ano MS) |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                      | 10                                 | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40  |
| 10                                   | 26%                                | 35% | 40% | 45% | 50% | 55% | 56% |
| 15                                   | 19%                                | 26% | 32% | 36% | 41% | 45% | 48% |
| 20                                   | 15%                                | 20% | 26% | 30% | 34% | 38% | 42% |
| 25                                   | 12%                                | 17% | 22% | 25% | 30% | 32% | 36% |
| 30                                   | 11%                                | 15% | 20% | 22% | 27% | 30% | 33% |
| 35                                   | 9%                                 | 13% | 17% | 20% | 23% | 26% | 28% |
| 40                                   | 8%                                 | 11% | 15% | 18% | 21% | 23% | 26% |

Fonte: Aguiar (2002).

#### 4.2 RELAÇÃO ENTRE O TIPO DE FORRAGEIRA E O CUSTO DA DIETA

O volumoso pode afetar diretamente o custo da dieta, através do seu custo de produção, ou indiretamente, pela quantidade de concentrado necessário na dieta formulada, variável conforme a taxa de ganho de peso desejada e com a qualidade da forrageira utilizada.

O custo de produção de forragem é variável com o tipo de forrageira, e está bastante dependente das características edafoclimáticas da região e do nível de intensificação da produção. De forma mais direta, pode-se dizer que o custo de produção de uma forrageira está extremamente relacionado com a sua produtividade.

Características regionais e mesmo locais interferem bastante na produtividade e no custo da silagem produzida, e muitas vezes são determinantes na escolha da forrageira a ser utilizada. Variáveis edafoclimáticas, econômicas, disponibilidade de equipamentos e tecnologias para a produção de determinada cultura, e até mesmo tradição de cultivo ou aptidão local são fatores que também contribuem. Por exemplo, regiões onde apresentam condições climáticas de risco para a produção de milho, e/ou não possuem

tradição no seu cultivo comercial, mas que em contrapartida possuem a cultura de cana-de-açúcar implantada e explorada com alta tecnologia. Nesses locais torna-se mais seguro obter cana-de-açúcar, com elevadas produções, em detrimento de milho com baixas produções e baixo valor nutritivo. Oscilações na produção de forragem de cana-de-açúcar, capins tropicais e milho são demonstrados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Produtividade de forragem (kg/ha MS) de capins tropicais, cana-de-açúcar e milho

| Forrageira              | Valor mínimo observado | Valor máximo observado | Fonte                          |
|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| <b>Capins tropicais</b> |                        |                        | Igarasi <i>et al.</i> (2002)   |
| MS/corte                | 2,7                    | 8,1                    |                                |
| MS/ano                  | 8,1                    | 24,3                   |                                |
| <b>Cana-de-açúcar</b>   | 12,0                   | 43,0                   | Igarasi <i>et al.</i> (2002)   |
| <b>Milho</b>            | 7,1                    | 22,1                   | Mittelman <i>et al.</i> (2005) |

O conhecimento da composição dos custos de produção de silagens é de fundamental importância para identificar onde e como o processo poderá ser otimizado, de forma a direcionar medidas que possam reduzi-lo ao máximo. Além disso, permite identificar possíveis limitações que possa existir e comprometer o custo de produção de determinada forrageira, e auxiliar na tomada de decisão sobre sua escolha. Essa composição varia conforme o tipo de forrageira, e depende basicamente do ciclo da cultura, anual ou perene (PEREIRA *et al.*, 2007), conforme pode ser observado na Tabela 5.

Para culturas de ciclo anual como o milho e sorgo, os insumos correspondem aos maiores custos para produção de silagem (46,4% em média), enquanto que para culturas semi-perenes (cana-de-açúcar) e perenes (capins) são os processos de colheita e conservação os principais componentes do custo total de produção (42,7% em média). Dessa forma, medidas para minimização de custos terão maior impacto sobre a aquisição e utilização de insumos no caso de forrageiras

anuais, e sobre os processos de colheita e conservação no caso de forrageiras perenes (PEREIRA *et al.*, 2007).

**Tabela 5:** Composição do custo total de produção de diferentes forragens conservadas na forma de silagem

| Forragens                      | Itens (%) |                                     |                                |                        |                         |
|--------------------------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                | Insumos   | Implantação e tratamentos culturais | Aluguel de terra + consultoria | Colheita e conservação | Descarga e distribuição |
| Silagem de milho               | 49,0      | 13,9                                | 3,7                            | 20,6                   | 12,8                    |
| Silagem de sorgo               | 43,9      | 12,4                                | 4,0                            | 24,5                   | 15,2                    |
| Silagem de cana com inoculante | 16,2      | 8,5                                 | 5,6                            | 47,4                   | 22,3                    |
| Silagem de capim Elefante      | 25,1      | 8,4                                 | 4,2                            | 43,3                   | 18,9                    |
| Silagem de capim Tanzânia      | 25,4      | 5,9                                 | 5,8                            | 43,8                   | 19,1                    |
| Silagem de capim Marandu       | 26,2      | 5,3                                 | 7,4                            | 45,5                   | 18,6                    |
| Silagem pré-sec. de Tifton 85  | 39,0      | 13,2                                | 6,4                            | 33,5                   | 7,85                    |

Fonte: Adaptado de Pereira *et al.* (2007).

A superioridade da produtividade de uma forrageira frente à outra, embora possa representar custo de produção menor, não necessariamente se traduz em menores custos da dieta e melhores resultados econômicos. O valor nutritivo também deve ser considerado, em termos de produtividade de nutrientes (kg/ha de NDT; kg/ha de proteína, etc.) e custos de produção desses nutrientes.

Além disso, o valor nutritivo da forrageira vai determinar o nível de inclusão de concentrados na dieta, e conseqüentemente seu custo. Dessa forma, oscilações no preço do concentrado podem favorecer uma ou outra forrageira, conforme demonstrado por Pereira *et al.* (2007). Esses autores verificaram, através de estudo de simulação, que

em situações de elevado preço relativo do concentrado energético, o valor nutritivo da planta é o principal fator que determina seu valor bioeconômico, pois permite minimizar a utilização de concentrado na dieta. Em situação inversa, com redução do preço relativo do concentrado energético, o valor nutritivo perde importância, e o rendimento forrageiro e o custo de produção de matéria seca tornam-se os balizadores no valor bioeconômico de forragens conservadas.

Para demonstrar a importância da produtividade da forrageira, e sua relação com o valor nutritivo da planta, utilizar-se-á de uma simulação econômica entre duas forrageiras de valores nutricionais distintos, milho e cana-de-açúcar, onde serão confrontados diferentes níveis de produtividade. Esse estudo de simulação não pretende definir níveis de produtividade onde se deva utilizar uma ou outra forrageira, visto que esse comportamento pode ser modificado conforme variações nos custos dos componentes da dieta, mas demonstrar a importância dessa análise para a escolha da forrageira a ser conservada e utilizada.

**Tabela 6:** Composição da dieta experimental

| <b>Ingrediente (% na dieta)</b> | <b>Silagem de cana</b> | <b>Silagem de milho</b> |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Silagem de cana                 | 35,57                  |                         |
| Silagem de milho                |                        | 43,76                   |
| Polpa cítrica                   | 35,12                  | 34,64                   |
| Farelo de amendoim              | 10,19                  | 6,32                    |
| Sorgo, grão moído               | 15,32                  | 11,54                   |
| Premix                          | 3,80                   | 3,74                    |

1 Premix: Fosfato bicálcico, sal iodado, refinasil, enxofre, microminerais, Rumensin®

Fonte: Roman *et al.* (dados não publicados).

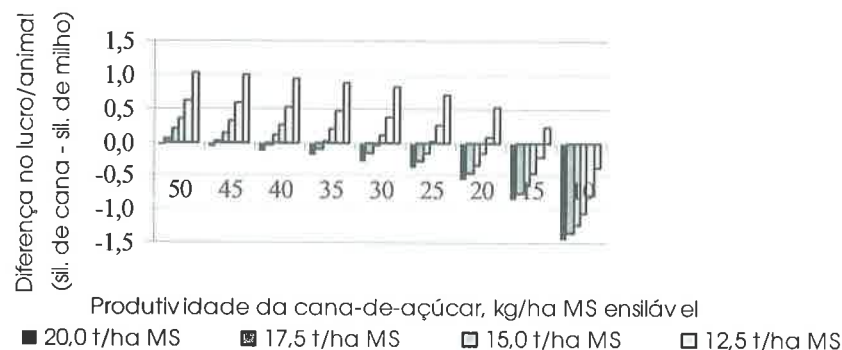
A simulação utilizará dados bioeconômicos obtidos de um experimento conduzido na Apta Regional de Colina-SP com bovinos Nelore castrados (peso vivo inicial médio de 370 kg), no período de setembro a dezembro de 2007. Foram avaliadas amplitudes que variaram de 10 a 50 t/ha de MS para a cana-de-açúcar e 7,5 a 20 t/ha de MS para o milho. Optou-se por estabelecer a diferença entre o lucro obtido por animal e por

hectare entre as diferentes silagens, de modo a identificar que nível de produtividade favorece uma ou outra forrageira. As dietas, isoprotéicas e isoenergéticas, foram formuladas utilizando-se o modelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System). Sua composição encontra-se na Tabela 6.

Os valores de ganho médio diário, peso vivo final e rendimento de carcaça utilizados na simulação não diferiram ( $P>0,05$ ) entre as dietas avaliadas, com valores médios de 1,410 kg/animal/dia, 486 kg PV e 53%. Já o consumo de matéria seca diferiu ( $P<0,05$ ) entre as dietas avaliadas, com 10,7 kg/animal/dia para animais alimentados com dieta a base de silagem de cana-de-açúcar e 11,2 kg/animal/dia para animais alimentados com dietas a base de silagem de milho. No cálculo dos custos das dietas foram considerados os preços de mercado dos ingredientes concentrados no dia 09/03/2008 no Boletim Boi & Companhia (Scot Consultoria) e dos volumosos no Boletim do dia 10/02/2008. Considerou-se o preço de venda da arroba (@) de bois de R\$ 76,00, valor este apresentado no Boletim Boi & Companhia (Scot Consultoria) no dia 09/03/2008.

Na Figura 6 encontram-se os resultados referentes ao lucro por animal. Valores positivos significam superioridade para a cana-de-açúcar enquanto que os negativos indicam superioridade do milho. Em condições de baixas produções de milho, em torno de 7,5 t/ha de MS, dietas a base deste volumoso são superadas facilmente pela silagem de cana-de-açúcar, a menos que essa a cultura apresente índices produtivos abaixo 10 t/ha MS. Já com níveis de produção de 20 t/ha de MS, o milho supera a cana-de-açúcar em todos os cenários de produção avaliados, mesmo em níveis de produtividade desta cultura quase três vezes maior que a do milho, em torno de 50 t/ha de MS.

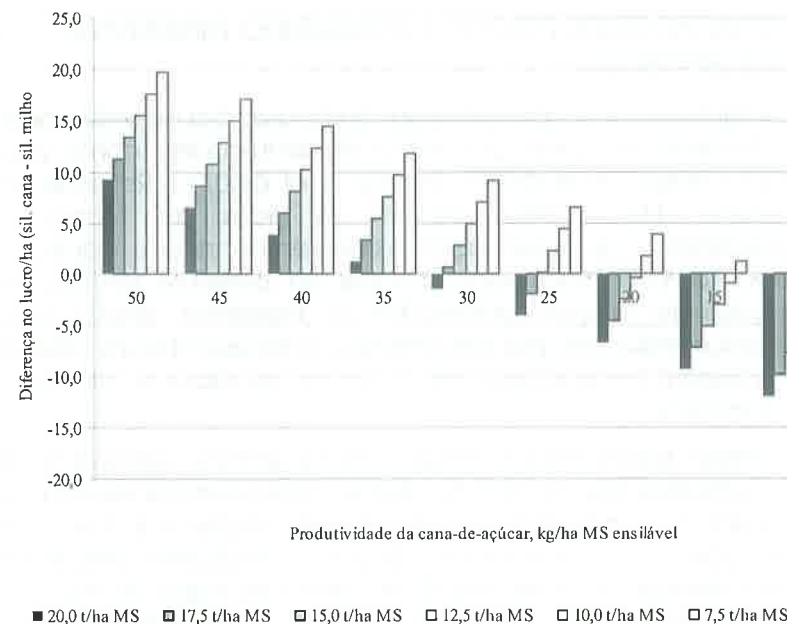
Devido ao seu elevado valor nutritivo, em situações onde é possível obter elevada produtividade (20 t/ha de MS) o milho torna-se muito favorável, pois a diluição de seus custos de produção associado a sua maior participação na dieta em relação à cana-de-açúcar (43,8% vs 35,6%), o que diminui a dependência por concentrado, possibilita menores custos da dieta e lucros por animal superiores aos obtidos em dietas à base de silagem de cana-de-açúcar. Isso é válido considerando superioridade do valor nutritivo do milho em relação à cana, como foi utilizado na simulação, mesmo nas menores produções.



**Figura 6** Efeito de diferentes níveis de produtividade (kg/ha MS ensilável) do milho e da cana-de-açúcar sobre o lucro por animal. Lucro/animal = renda (@ ganha\*preço obtido) - custo por animal (custo da dieta \* consumo/animal). Fonte: Roman *et al.* (dados não publicados).

A relação entre a produtividade do milho e cana-de-açúcar se altera quando comparado a lucratividade por área (Figura 7). O lucro por área obtido em dieta com silagem de cana-de-açúcar supera todos os níveis de produção do milho avaliados em situações de produtividade acima de 35 t/ha de MS. Em produções de cana-de-açúcar abaixo de 20 t/ha de MS de produção de cana, os resultados são favoráveis a silagem de milho.

Considerando índices médios de produção para as duas culturas, o que equivale a produções em torno de 25 t/ha de MS para a cana-de-açúcar e 12,5 t/ha de MS para o milho, pode-se observar que embora a diferença no lucro por animal favoreça o milho (Figura 6), quando se analisa o lucro por hectare (Figura 7), a utilização de silagem de cana-açúcar torna-se mais favorável, obtendo-se uma maior rentabilidade por hectare de forrageira utilizada.



**Figura 7:** Efeito de diferentes níveis de produtividade (kg/ha de MS ensilável) do milho e da cana-de-açúcar sobre o lucro por hectare. Lucro/ha = renda/ha (renda/animal \* número de alimentações diárias/ha) - custo/ha (custo/animal \* número de alimentações diárias/ha). Número de alimentações diárias/ha = (consumo/animal\*participação na dieta)\*produção/ha de MS. Fonte: Roman *et al.* (dados não publicados).

Outro fator que afeta o custo de produção da forrageira utilizada na forma de silagem é a quantidade de perdas que podem ocorrer nas diversas etapas do processo de ensilagem, seja durante a colheita, durante o processo fermentativo, devido a condições inadequadas de compactação, vedação ou mesmo por características inerentes a planta, ou ainda durante o descarregamento do silo. Por exemplo, considerando uma silagem de cana-de-açúcar com produção de 25000 kg/ha de matéria seca, com um custo de produção de R\$184,00 e que tenha apresentado 20% de perdas, o que corresponde a 5000 kg MS, terá em seu custo elevado para R\$230,00, um aumento de 25%. Dessa forma, cuidados tomados para evitar ou minimizar essas perdas são primordiais para o controle dessas perdas.

#### 4.3 RESULTADOS DE PESQUISA AVALIANDO DIFERENTES VOLUMOSOS

Alguns autores apresentaram comparações de volumosos para bovinos de corte por meio de simulações, como por exemplo, Nussio *et al.* (2007), Pereira *et al.* (2007) e Resende *et al.* (2005). Esses textos devem ser lidos de forma a complementar as informações apresentadas nesse capítulo. Todavia foi escolhido pelos autores da presente revisão, a utilização de artigos publicados e trabalhos ainda não publicados realizados por essa equipe, para que a partir desses dados fossem feitas inferências econômicas sobre a utilização de volumosos.

Serão relacionados abaixo os resultados referentes a cinco trabalhos que avaliaram dietas compostas por diferentes volumosos na alimentação de bovinos de corte na fase de terminação em confinamento. Todos os trabalhos utilizaram dietas isoprotéicas e isoenergéticas, forma essa que deveria ser adotada em qualquer avaliação de comparação de volumosos, independente da relação volumoso:concentrado, ou mesmo das proporções dos ingredientes do concentrado. Avaliações que trocam apenas a forragem conservada sem considerar as diferenças nutricionais existentes entre elas devem ser evitadas, pois na verdade essas avaliam prioritariamente as alterações dos teores de proteína ou energia em detrimento da forragem.

Em todos os trabalhos relacionados utilizaram-se como variáveis peso vivo inicial (PVi), peso vivo final (PVf), ambos obtidos em jejum, ganho médio diário (GMD, kg/animal/dia), consumo de matéria seca (CMS, kg/dia), número de dias em confinamento (DC), rendimento de carcaça (RC, %) e a composição das dietas. No cálculo dos custos dos concentrados foram considerados os preços de mercado dos ingredientes no dia 09/03/2008 no Boletim Boi & Companhia (Scot Consultoria) e dos volumosos no boletim do dia 10/02/2008. Os valores considerados de venda da arroba (@) de bois e vacas terminados foram de R\$76,00 e R\$68,00, respectivamente; e os de compra de bois magros (R\$65,00), garrotes (R\$72,10) e novilhas (R\$58,30), valores esses do dia 09/03/2008 apresentados no Boletim Boi & Companhia (Scot Consultoria).

O cálculo da quantidade de arrobas ganhas foi obtido pela diferença do PVf corrigido pelo RC no abate e PVi com rendimento de carcaça de 50% para machos e 47% para fêmeas. O custo da arroba foi estimado pelo custo alimentar diário multiplicado número de dias de confinamento e dividido pela quantidade de @ ganhas.

Em sequência foram realizados os cálculos do lucro obtido por animal confinado, considerando apenas as despesas com compra de animais e o custo alimentar. Não foram utilizados os demais itens do custo de produção (mão-de-obra, depreciação de instalações entre outros), pois o objetivo dessas avaliações econômicas não é a determinação do custo de produção propriamente dito e sim da comparação entre os volumosos utilizados.

##### 4.3.1 Trabalho de Fernandes *et al.* (2007): comparação de silagem de milho vs cana-de-açúcar *in natura*

O trabalho de Fernandes *et al.* (2007) foi realizado na Unesp de Jaboticabal, com o objetivo de avaliar os efeitos do fornecimento de dietas com silagem de milho ou cana *in natura* + grão de girassol e a influência da condição sexual do animal sobre o desempenho de bovinos jovens em confinamento e os resultados econômicos desse sistema de produção. Foram utilizados 30 animais da raça Canchim (dez machos não castrados, dez machos castrados e dez fêmeas) com 15 meses de idade, mantidos em baias individuais. Todos os animais foram pesados no início do experimento e a cada 35 dias. O abate procedeu-se em frigorífico comercial. As dietas, os resultados de desempenho e a avaliação econômica estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7:** Avaliação econômica de dietas contendo silagem de milho ou cana *in natura*

| Ingredientes                              | Tipo de Volumoso |                                 |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
|                                           | Silagem de milho | Cana-de-açúcar <i>in natura</i> |
| Cana-de-açúcar <i>in natura</i>           |                  | 40,00                           |
| Silagem de milho                          | 40,00            |                                 |
| Girassol, grão                            |                  | 11,30                           |
| Farelo de soja                            | 10,60            | 13,65                           |
| Milho, grão moído                         | 35,50            | 22,15                           |
| Polpa cítrica                             | 11,00            | 10,00                           |
| Premix                                    | 1,00             | 1,00                            |
| Uréia                                     | 0,40             | 0,40                            |
| Bicarbonato de sódio                      | 1,50             | 1,50                            |
| <b>Resultados de desempenho animal</b>    |                  |                                 |
| Ganho médio diário (kg/animal/dia)        | 1,43             | 1,42                            |
| Consumo de material seca (kg/dia)         | 8,06             | 8,53                            |
| Conversão alimentar (kg MS/kg PV)         | 5,73             | 6,06                            |
| Peso vivo inicial (kg)                    | 293,3            | 284,1                           |
| Peso vivo final (kg)                      | 443,1            | 432,1                           |
| Dias de confinamento                      | 105              | 105                             |
| Rendimento de carcaça quente (%)          | 52,94            | 54,22                           |
| Peso de carcaça inicial (kg)              | 146,7            | 142,1                           |
| Peso de carcaça final (kg)                | 234,6            | 234,3                           |
| Ganho carcaça (kg)                        | 87,9             | 92,2                            |
| @ ganhas                                  | 5,9              | 6,1                             |
| <b>Custo Alimentar</b>                    |                  |                                 |
| R\$/kg de dieta                           | R\$0,43          | R\$0,41                         |
| R\$/kg de concentrado                     | R\$0,34          | R\$0,60                         |
| R\$/dia                                   | R\$3,43          | R\$3,50                         |
| R\$/@ ganha                               | R\$61,22         | R\$59,84                        |
| <b>Custo Alimentar + Compra do animal</b> |                  |                                 |
| Custo Garrote                             | R\$704,95        | R\$682,84                       |
| Custo Alimentação                         | R\$358,86        | R\$367,96                       |
| Valor venda                               | R\$1.188,52      | R\$1.187,04                     |
| Lucro/animal                              | R\$124,72        | R\$136,25                       |

Fonte: Adaptado de Fernandes *et al.* (2007).

Os ganhos de peso (1,425 kg/dia) e as conversões alimentares (6,0 kg MS/kg PV) encontradas por esses autores

podem ser consideradas muito boas, frente à maioria dos resultados observados na literatura, e é uma comprovação que as dietas foram bem formuladas e os animais apresentavam elevado potencial de ganho. Na comparação de dietas com silagem de milho ou cana-de-açúcar *in natura* realizada por Fernandes *et al.* (2007) constatou-se menor custo da dieta com cana-de-açúcar (R\$0,41) em relação à dieta com silagem de milho (R\$0,43), nesse sentido, ao considerar o custo de aquisição do animal, a dieta com cana-de-açúcar continuou mais rentável. Contudo diferenças dessa magnitude podem ser facilmente alteradas por diferentes custos de produção da forrageira, principalmente determinados pela produtividade das plantas em questão. No caso, Fernandes *et al.* (2007) atribuíram às dietas com silagem de milho o maior lucro.

#### 4.3.2 Trabalho de Henrique *et al.* (2007): comparação de silagem de milho vs bagaço *in natura* de cana-de-açúcar

O experimento foi realizado na Apta regional de São José do Rio Preto com o objetivo de comparar os efeitos do fornecimento de silagens de grãos de milho úmido com o milho grão seco, associados à silagem de milho ou ao bagaço *in natura* de cana-de-açúcar sobre o desempenho de tourinhos Santa Gertrudes com dez meses de idade e peso corporal de 245 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais e recebiam alimentação *ad libitum* duas vezes ao dia, mantendo-se 10% de sobra. O abate procedeu-se em frigorífico comercial.

Como não ocorreu interação entre volumosos e tipos de fornecimento do grão de milho, e o objetivo na presente revisão é a comparação entre volumosos optou-se por avaliar e apresentar somente os dados que tinham milho seco, por esse ser um alimento mais utilizado. Ressalta-se que os autores observaram melhora de 9,7% na eficiência alimentar com o uso da silagem de grão de milho úmido. As dietas, os resultados de desempenho e a avaliação econômica estão apresentados na Tabela 8.

Em relação aos volumosos foram observadas diferenças significativas de ganho de peso, eficiência alimentar, peso e rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea a

favor da utilização de silagem de milho em relação ao bagaço. O custo da dieta com bagaço de cana foi maior, porém o custo por dia foi menor devido ao menor consumo de matéria seca (7,89 kg MS) em relação aos animais alimentados com silagem de milho (8,34 kg MS). A junção desses efeitos propiciou maior custo por arroba e menor lucro por animal nos animais alimentados com bagaço de cana cru.

Todavia, neste caso, cabe comentar que o bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado em locais que se encontram próximo aos fornecedores deste volumoso, reduzindo o custo de aquisição do mesmo; ou principalmente em locais que não apresentam infra-estrutura ou condições edafoclimáticas necessárias para produção economicamente viável de silagem de milho.

**Tabela 8:** Avaliação econômica de dietas contendo silagem de milho, ou bagaço *in natura* de cana-de-açúcar

| Ingredientes                              | Tipo de Volumoso |                                           |
|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|
|                                           | Silagem de milho | Bagaço <i>in natura</i> de cana-de-açúcar |
| Silagem de milho                          | 20,00            |                                           |
| Bagaço <i>in natura</i> de cana-de-açúcar |                  | 12,00                                     |
| Milho, grão moído                         | 60,95            | 67,20                                     |
| Polpa cítrica                             | 10,00            | 10,00                                     |
| Farelo de soja                            | 6,50             | 7,90                                      |
| Uréia                                     | 0,90             | 0,90                                      |
| Sulfato de amônia                         | 0,10             | 0,15                                      |
| Cloreto de potássio                       | 0,20             | 0,40                                      |
| Calcário                                  | 0,63             | 0,63                                      |
| Suplemento mineral                        | 0,65             | 0,75                                      |
| Vitamina A                                | 0,05             | 0,05                                      |
| Rumensin®                                 | 0,03             | 0,03                                      |
| <b>Resultados de desempenho animal</b>    |                  |                                           |
| Ganho médio diário (kg/animal/dia)        | 1,46             | 1,26                                      |
| Consumo de material seca (kg/dia)         | 8,34             | 7,89                                      |
| Conversão alimentar (kg MS/kg PV)         | 5,71             | 6,26                                      |
| Peso vivo inicial (kg)                    | 288              | 286                                       |
| Peso vivo final (kg)                      | 447              | 423                                       |
| Dias de confinamento                      | 109              | 109                                       |

|                                  |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|
| Rendimento de carcaça quente (%) | 52,94 | 54,22 |
| Peso de carcaça inicial (kg)     | 144,0 | 143,0 |
| Peso de carcaça final (kg)       | 236,6 | 229,4 |
| Ganho carcaça (kg)               | 92,6  | 86,4  |
| @ ganhas                         | 6,2   | 5,8   |

| Custo Alimentar       |          |          |
|-----------------------|----------|----------|
| R\$/kg de dieta       | R\$0,47  | R\$0,49  |
| R\$/kg de concentrado | R\$0,54  | R\$0,55  |
| R\$/dia               | R\$3,95  | R\$3,83  |
| R\$/@ ganha           | R\$69,58 | R\$72,43 |

| Custo Alimentar + Compra do animal |             |             |
|------------------------------------|-------------|-------------|
| Custo Garrote                      | R\$692,21   | R\$687,40   |
| Custo Alimentação                  | R\$429,73   | R\$416,96   |
| Valor venda                        | R\$1,198,99 | R\$1,162,04 |
| Lucro/animal                       | R\$77,05    | R\$57,68    |

Fonte: Adaptado de Henrique *et al.* (2007).

#### 4.3.3 Trabalho de Coan *et al.* (2008): comparação de silagem de milho vs silagens de capins tropicais

O experimento foi conduzido na Apta regional de Colina - SP com o objetivo de avaliar o desempenho, as características de carcaça e a viabilidade econômica do confinamento de bovinos alimentados com silagem dos capins Tanzânia ou Marandu, com 0 e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em comparação à silagem de milho. As dietas experimentais foram formuladas com os capins Tanzânia ou Marandu, acrescidos ou não de 10% de PCP, em comparação à silagem de milho e de forma a permitir ganhos de 1,0 e 1,2 kg/dia, respectivamente. As dietas, os resultados de desempenho e a avaliação econômica estão apresentados na Tabela 9.

Os animais alimentados com as dietas com silagem de capim Marandu e 10% de PCP formuladas para ganhos de peso de 1,0 e 1,2 kg/dia, apresentaram os maiores consumos de MS. Os autores não observaram diferenças significativas no ganho de peso, peso de carcaça quente, espessura de gordura e área de olho de lombo. Diferenças foram constatadas no consumo e na conversão alimentar, com maiores valores dessas variáveis observadas nas silagens de capim Marandu aditivada com polpa cítrica.

Na avaliação econômica realizada pelos autores constatou-se que as silagens de milho apresentaram os melhores desempenhos econômicos. Pode-se observar que na avaliação realizada na presente revisão esse efeito persistiu.

Na década de 90 preconizou-se intensamente a utilização de silagens de capins tropicais. Estudos como o de Coan *et al.* (2008) demonstraram que a alternativa silagem de capim não é uma opção barata e sim de alto custo, principalmente devido à baixa produção de matéria seca comumente observada nos sistemas de produção. Nesse sentido, na avaliação feita nessa revisão e também a realizada por Coan *et al.* (2008) demonstrou não ser viável a troca de silagem de milho por silagens de capins Tanzânia ou Marandu.

Como consideração final pode-se inferir que a utilização de silagens de capins tropicais só deve ser adotada em situações de alta produtividade da forrageira e em condições onde está entre como ferramenta estratégica de manejo dos pastos na época de alta produção de forragem.

**Tabela 9:** Avaliação econômica de dietas contendo silagem de milho ou silagens de capim Tanzânia ou Marandu com e sem polpa de cítrica e com diferentes planos nutricionais

| Ingredientes                    | Tipo de Volumoso |           |                        |           |                        |           |            |         |
|---------------------------------|------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------|---------|
|                                 | Sil. de Tanzânia |           | Sil. Marandu (GMD 1,0) |           | Sil. Marandu (GMD 1,2) |           | Sil. Milho |         |
|                                 | Sem aditivo      | 10% Polpa | Sem aditivo            | 10% Polpa | Sem aditivo            | 10% Polpa | GMD 1,0    | GMD 1,2 |
| Sil. Tanzânia                   | 38,35            |           |                        |           |                        |           |            |         |
| Sil. Tanzânia + 10% polpa       |                  | 61,59     |                        |           |                        |           |            |         |
| Sil. Marandu                    |                  |           | 35,51                  |           | 18,00                  |           |            |         |
| Sil. Marandu + 10% polpa        |                  |           |                        | 56,69     |                        | 28,45     |            |         |
| Sil. Milho                      |                  |           |                        |           |                        |           | 59,01      | 29,57   |
| Milho, grão                     | 35,94            | 25,24     | 37,58                  | 27,00     | 38,77                  | 39,30     | 16,05      | 27,04   |
| Polpa cítrica                   | 19,00            | 9,00      | 19,00                  | 9,00      | 30,60                  | 20,51     | 21,00      | 31,00   |
| Farelo de algodão 38            | 4,91             | 2,47      | 6,11                   | 5,61      | 10,93                  | 9,94      | 2,14       | 10,79   |
| Premix mineral                  | 0,70             | 0,70      | 0,70                   | 0,70      | 0,70                   | 0,70      | 0,70       | 0,70    |
| Uréia                           | 1,00             | 0,90      | 1,00                   | 0,90      | 0,90                   | 1,00      | 1,00       | 0,81    |
| Sulf. amônia                    | 0,10             | 0,10      | 0,10                   | 0,10      | 0,10                   | 0,10      | 0,10       | 0,09    |
| Resultados de desempenho animal |                  |           |                        |           |                        |           |            |         |
| GMD (kg/dia)                    | 0,82             | 0,78      | 0,77                   | 0,79      | 0,805                  | 0,93      | 0,75       | 1,05    |
| CMS (kg/dia)                    | 8,03             | 7,47      | 8,31                   | 8,67      | 7,74                   | 9,07      | 6,83       | 7,79    |
| CA                              | 10,05            | 9,92      | 10,94                  | 11,17     | 9,81                   | 9,97      | 9,69       | 7,56    |
| PVI                             | 394,7            | 387,3     | 405,5                  | 400,6     | 395,4                  | 402       | 392,5      | 386,7   |

#### 4.3.4 Trabalho de Siqueira *et al.* (dados não publicados): comparação entre silagem de milho, cana *in natura* e silagens de cana-de-açúcar

Este experimento foi realizado na Apta regional de Colina - SP com o objetivo de comparar o desempenho de novilhas Nelore x Angus com 13 meses de idade e peso inicial de 234 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais e recebiam alimentação uma vez por dia. Os tratamentos consistiram de dietas contendo silagem de milho, cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar crua, com e sem *L. buchneri* ou silagem de cana-de-açúcar queimada, com e sem *L. buchneri*.

A análise por teste de médias não identificou diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos no que diz respeito ao ganho de peso. O consumo de silagem de milho foi o mais alto, não diferindo da cana-de-açúcar *in natura* e da silagem de cana queimada inoculada com *L. buchneri*.

Os melhores rendimentos econômicos foram observados nas silagens de cana-de-açúcar crua ou queimada sem inoculante, devido a não constatação de diferença entre as perdas de matéria seca ocorrida entre as silagens tratadas ou não com o inoculante, que por sua vez elevou o custo de produção das silagens. Apesar dessas diferenças pode-se inferir que todas as dietas apresentaram custos e rendimentos econômicos semelhantes o que demonstra que todas podem ser utilizadas na terminação de novilhas de corte (Tabela 10).

|                   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PVf               | 465   | 454,7 | 471,7 | 468,3 | 464,6 | 483,2 | 457,8 | 478   |
| Dias Confinamento | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    | 86    |
| RCE (%)           | 56,8  | 57,4  | 58,1  | 58,4  | 57,4  | 56,3  | 56,9  | 57,8  |
| Carcassa final    | 264,1 | 261,0 | 274,1 | 273,5 | 266,7 | 272   | 260,5 | 276,3 |
| Carcassa inicial  | 197,3 | 193,6 | 202,7 | 200,3 | 197,7 | 201,0 | 196,2 | 193,3 |
| Ganho carcaça     | 66,8  | 67,3  | 71,3  | 73,2  | 69,0  | 71,0  | 64,2  | 82,9  |
| Ganho @           | 4,4   | 4,5   | 4,7   | 4,9   | 4,6   | 4,7   | 4,3   | 5,5   |

#### Custo Alimentar

|                     |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dieta R\$/kg        | R\$0,38  | R\$0,39  | R\$0,39  | R\$0,41  | R\$0,43  | R\$0,44  | R\$0,31  | R\$0,39  |
| Concentrado, R\$/kg | R\$0,49  | R\$0,39  | R\$0,39  | R\$0,41  | R\$0,43  | R\$0,44  | R\$0,31  | R\$0,39  |
| R\$/dia             | R\$3,06  | R\$2,92  | R\$3,26  | R\$3,52  | R\$3,31  | R\$4,02  | R\$2,14  | R\$3,03  |
| R\$/@ ganho         | R\$58,87 | R\$56,12 | R\$58,99 | R\$61,76 | R\$61,83 | R\$72,98 | R\$43,04 | R\$47,17 |

#### Custo Alimentar + Compra do animal

|                      |            |            |            |            |            |            |            |             |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Custo Garrote        | R\$855,2   | R\$839,1   | R\$878,58  | R\$868,0   | R\$856,7   | R\$871,0   | R\$850,4   | R\$837,85   |
| Custo da alimentação | R\$262,0   | R\$252,0   | R\$280,42  | R\$301,3   | R\$284,3   | R\$345,6   | R\$184,3   | R\$260,79   |
| Valor venda          | R\$1.338,2 | R\$1.322,4 | R\$1.388,5 | R\$1.365,7 | R\$1.351,2 | R\$1.378,3 | R\$1.319,8 | R\$1.399,84 |
| Lucro/animal         | R\$221,0   | R\$231,2   | R\$229,5   | R\$216,4   | R\$210,2   | R\$161,7   | R\$285,1   | R\$301,20   |

Fonte: Adaptado de Coan *et al.* (2008).

**Tabela 10:** Avaliação econômica de dietas contendo silagem de milho, cana *in natura* ou silagens de cana-de-açúcar crua ou queimada e tratadas ou não com *L. buchneri*

| Ingredientes                              | Tipos de Volumosos |           |           |           |           |           |
|-------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                           | SM                 | CI        | CC        | CCT       | CQ        | CQT       |
| Sil Milho                                 | 43,57              |           |           |           |           |           |
| Sil Cana                                  |                    | 37,44     | 37,44     | 37,44     | 37,44     | 37,44     |
| Milho                                     | 13,88              | 15,89     | 15,89     | 15,89     | 15,89     | 15,89     |
| Polpa cítrica                             | 24,50              | 24,50     | 24,50     | 24,50     | 24,50     | 24,50     |
| Uréia                                     | 0,79               | 0,79      | 0,79      | 0,79      | 0,79      | 0,79      |
| Farelo de soja                            | 6,94               | 10,80     | 10,80     | 10,80     | 10,80     | 10,80     |
| Algodão (Caroço)                          | 9,32               | 9,32      | 9,32      | 9,32      | 9,32      | 9,32      |
| Fosfato Bicálcio                          | 0,00               | 0,23      | 0,23      | 0,23      | 0,23      | 0,23      |
| Calcário                                  | 0,00               | 0,03      | 0,03      | 0,03      | 0,03      | 0,03      |
| Suplemento Mineral                        | 1,00               | 1,00      | 1,00      | 1,00      | 1,00      | 1,00      |
| <b>Resultados de Desempenho</b>           |                    |           |           |           |           |           |
| GMD (kg/dia)                              | 0,865              | 0,874     | 0,866     | 0,907     | 0,895     | 0,974     |
| CMS (kg/dia)                              | 7,36               | 6,82      | 6,32      | 6,56      | 6,23      | 7,04      |
| CA                                        | 9,00               | 8,3       | 8,05      | 7,90      | 7,80      | 7,48      |
| PVi                                       | 236                | 233       | 236       | 235       | 234       | 235       |
| PVf                                       | 327                | 324       | 327       | 330       | 328       | 337       |
| Dias Confinamento                         | 105                | 105       | 105       | 105       | 105       | 105       |
| RCQ (%)                                   | 53,29              | 51,74     | 52,81     | 52,14     | 53,13     | 52,36     |
| PCI                                       | 110,9              | 109,3     | 110,9     | 110,2     | 110,1     | 110,4     |
| PCf                                       | 174,2              | 167,8     | 172,6     | 171,9     | 174,4     | 176,5     |
| Ganho carcaça                             | 63,3               | 58,5      | 61,7      | 61,7      | 64,3      | 66,1      |
| (@) ganhas                                | 4,2                | 3,9       | 4,1       | 4,1       | 4,3       | 4,4       |
| <b>Custo Alimentar</b>                    |                    |           |           |           |           |           |
| R\$/kg de dieta                           | R\$0,37            | R\$0,37   | R\$0,40   | R\$0,41   | R\$0,40   | R\$0,41   |
| R\$/kg de concentrado                     | R\$0,50            | R\$0,52   | R\$0,52   | R\$0,52   | R\$0,52   | R\$0,52   |
| R\$/dia                                   | R\$2,73            | R\$2,51   | R\$2,51   | R\$2,66   | R\$2,48   | R\$2,85   |
| R\$/@ ganha                               | R\$67,94           | R\$67,71  | R\$64,17  | R\$67,88  | R\$60,75  | R\$67,98  |
| <b>Custo Alimentar + Compra do animal</b> |                    |           |           |           |           |           |
| Custo Novilha                             | R\$458,89          | R\$452,08 | R\$458,89 | R\$456,08 | R\$455,43 | R\$456,67 |
| Custo Alimentação                         | R\$286,62          | R\$263,99 | R\$263,95 | R\$279,22 | R\$260,38 | R\$299,73 |

|              |           |           |           |           |           |           |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Valor venda  | R\$789,70 | R\$760,50 | R\$782,56 | R\$779,49 | R\$790,51 | R\$800,21 |
| Lucro/animal | R\$44,19  | R\$44,43  | R\$59,72  | R\$44,19  | R\$74,70  | R\$43,81  |

1- SM- Silagem de milho, CI- cana-de-açúcar *in natura*, CC- silagem de cana-de-açúcar crua, CCT- silagem de cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri*, CQ - silagem de cana-de-açúcar queimada, CQT - silagem de cana-de-açúcar queimada e inoculada com *L. buchneri*.  
Fonte: Siqueira *et al.* (dados não publicados).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forragem conservada deve ser utilizada no sistema de produção de bovinos de corte na fase de terminação, na alimentação de animais confinados. Essa estratégia permite a antecipação da idade ao abate, e permite redução da taxa de lotação das pastagens na época em que essas apresentam baixo acúmulo de massa seca. Nesse caso o confinamento deve ser utilizado como ferramenta de manejo do sistema de produção, e não como uma atividade isolada.

Diversas são as opções forrageiras, sendo as mais utilizadas as silagens de milho, sorgo e capins tropicais, cana-de-açúcar *in natura* e bagaço de cana-de-açúcar. Todas essas opções apresentam peculiaridades para sua produção e/ou utilização que devem ser consideradas na escolha por uma espécie.

A escolha por uma forrageira em detrimento a outra deve ser baseada em critério técnicos e econômicos. E também na definição clara e objetiva de qual é o principal objetivo do sistema de produção, pois avaliações que privilegiam o lucro por animal podem levar a uma definição; ao passo que a maximização do lucro por área pode sugerir a escolha de outra forrageira.

De forma geral, a adequada formulação de dietas independentemente da forrageira a ser utilizada gera os ganhos pretendidos. Essa é uma desmistificação que para a terminação de bovinos de corte uma forrageira é definida pelo tipo de animal. O que varia é a porcentagem da dieta que a forragem vai representar e o tipo de concentrado a ser utilizado. Nesse sentido, o que realmente vai definir a opção forrageira são as condições para adequada produção da espécie, buscando alta produtividade; e o custo de produção dos concentrados existentes na região.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.P.A., AMARAL, G.C., DATENA, J.L.F. Produtividade de carne em sistemas intensivos nas pastagens de Mombaça, Tanzânia e Tifton 85 na região do cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, CD-ROM.
- AGUIAR, A.P.A. Técnicas de medição da produção da pastagem para planejamento alimentar nos períodos de baixa e alta produção de forragem. In: Encontro Terra Nova Pecuária, 5, 2002. São José do Rio Preto. **Anais...** CD-ROM.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** Dissertação (Orientador: Prof. Dr. Sílva Carneiro da Silva) (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2003.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- Baleiro Neto, G., Siqueira, G. R., Reis, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BALL, M.A.; SAHVER, R.D.; SHINNERS, K.J. et al. Stage of maturity, processing, and hybrids effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p. 83-94, 2000.
- Bergamaschine, A.F.; Passipiéri, M.; Veriano Filho; W. V. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (B. brizantha cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.
- Bernardes, T.F.; Reis, R.A.; Siqueira, G.R. et al. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.754-762, 2007.
- Bernardes, T.F.; Siqueira, G.R.; Reis, R.A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A.R.; AMARAL, P.N.C.; PADOVANI, R.F. (Eds) **Forragicultura e pastagens: temas em evidência.** Lavras:UFLA, 2005. p.121-176.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H., OLIVEIRA, F.C.L.; JOBIM; C.C. et al. Produção de forragem e participação dos componentes estruturais da planta de híbridos de milho para silagem em diferentes alturas de corte. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2007. v.17.
- Castro, F. G. F.; Nussio, L.G.; Haddad, C. M. et al. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006.
- Coan, R.M.; Reis, R.A.; Resende, F.D. et al. Viabilidade econômica, desempenho e características de carcaça de garrotes em confinamento alimentados com dietas contendo silagem de capins tanzânia ou marandu ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.311-318, 2008.
- Corrêa, C. E. S.; Pereira, M. N.; Oliveira S. G. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.9, p.2437-2445, 2005 (supl.)
- Cusicanqui, J. A.; Lauer, J. G. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, v.91, p. 911-915, 1999.
- EUCLIDES, V.P.B. Produção de carne em pasto. In: EVANGELISTA et al. (Eds) **SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS.** 3, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras:UFLA, 2002, p. 145-192.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J et al. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.246-254, 1998.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VIEIRA, A. et al. Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.90-92.
- FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F. C. et al. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.229-1236, 2006a.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo de colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006b.

HENRIQUE, W.; BELTRAME FILHO, J.A.; LEME, P.R. *et al.* Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.183-190, 2007.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** Dissertação (Orientador: Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio) (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2002. 132 p.

IGARASI, M.S.; NUSSIO, L.G.; BRUNO, E.J.M. Levantamento de índices técnicos associados à produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM.

LEHNINGER, A. L. **Principles of biochemistry**. New York: Worth Publishers, 1982. 1010p.

LOPES, M.A.; SANTOS, G.; MAGALHÃES, G.P. *et al.* Efeito da escala de produção e da eficiência de ganho de peso na análise de rentabilidade de confinamentos de bovinos de corte. In: ANDRADE, I.F. *et al.* (Eds) IV SIMPEC: Otimizando a Pecuária de corte. Lavras:UFLA, 2005, p.203-220.

Loures, D.R.S.; Nussio, L.G.; Paziani, S.F. *et al.* Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim-tanzânia sob efeitos do emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.726-735, 2005.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: Desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A.Rich.) Stapf cv. Marandu):** produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem. Dissertação (Orientador: Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio) (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2003.138 p.

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

Mittelman, A.; Sobrinho, F.S.; Oliveira, J.S. *et al.* Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.684-690, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ed. Washington: D.C. Nacional Academia Press, 1996, 242p.

NEUMANN, M., Mühlbach, P. R. F., Nörnberg, J. L. *et al.* Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita de plantas de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1614-1623, 2007 (supl.)

Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D. C. *et al.* Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.293-301, 2002a (suplemento).

Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D. C. *et al.* Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagens de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Ciência Rural**, v.32, n.5, p.849-854, 2002b.

NEYLON, J.M.; KUNG JR., L. Effects of Cutting Height and Maturity on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2163-2169, 2003.

Paziani, S.F.; Nussio, L.G.; Pires, A. V. *et al.* Efeito do emurchecimento e do inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem de capim Tanzânia e o desempenho de novilhas. **Acta Scientiarum - Animal Science**, v. 28, n. 4, p. 393-400, 2006.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos, microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).** Tese (Orientador: Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio) (Doutorado em Agronomia), Piracicaba, ESALQ, 2003. 120p.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI JÚNIOR, W. *et al.* Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.649-654, 2006.

Pereira, O.G.; Oliveira, A.S.; Ribello, K.G. Recurso forrageiro alternativo - Viabilidade econômica de forragens conservadas. In: ENVANGELISTA, A.R.; TAVARES, V.B.; MEDEIROS, L. T. *et al.* (Eds.). Simpósio de Forragicultura e Pastagens - Temas em evidência: Relação custo benefício, 6, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 199-309.

QUEIROZ, O.C.M.; Nussio, L.G., Schmidt, P. *et al.* Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.358-365, 2008

Ranjit, N. K.; Taylor, C. C.; Kung Jr, L. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science**, v. 57, p. 73-81

REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; COAN, R.M. *et al.* Utilização de volumosos suplementares visando aumento da capacidade de suporte das pastagens. In: COAN, R.M.; REIS, R.A.; COAN, R.M.; (Eds.) **Gestão da**

**produção de bovinos de corte em pastagens.** 1. ed. Jaboticabal: Multipress, 2007. p.119-144.

REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de capins tropicais. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. (Eds). **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas.** 2 ed. Maringá:UEM, 2004. p. 87-126.

Resende, J.A.; Pereira, M.N.; Von Pinho, R.G. *et al.* Ruminal silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D.; COAN, R.M. *et al.* Terminação de bovinos de corte com ênfase na utilização de alimentos conservados. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds). **Volumosos na produção de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2005. p.83-104.

Restle, J.; Neumann, M.; Brondani, I. L. *et al.* Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1235-1244, 2002a.

Restle, J.; Neumann, M.; Brondani, I. L. *et al.* Manipulação do corte do sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) para confecção de silagem, visando a produção do novilho superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1481-1490, 2002b (suplemento)

ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. Cana-de-açúcar ensilada com aditivos em diferentes tempos após a queima. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD ROM.

SANTOS, F.P.; CORREIA, P.S.; RAMALHO, T. *et al.* Sistemas intensivos de recria de bovinos com suplementação em pastagens e terminação em confinamento. In: SANTOS, F.A.P.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P (Eds.) **Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte.** Piracicaba:FEALQ, 2007. p.183-220.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

Siqueira, G. R., Bernardes, T. F., Reis, R. A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds). **Volumosos na produção de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2005. p. 25-60.

SIQUEIRA, G.R., Bernardes, T.F.; SIGNORETTI, R.D. *et al.* A produção de volumosos conservados como componente do sistema de produção de bovinos de corte. In: Ladeira *et al.* (Eds) **V Simpósio de pecuária de**

**corte:** alternativas para os novos desafios. Lavras: UFLA/NEPEC, 2007a. p.165-227.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. *et al.* Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.6, p. 2000-2009, 2007b.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. *et al.* Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 789-798, 2007c.

VASCONCELOS, R.C.; VON PINHO, R.G.; REZENDE, A.V. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnia**, v. 29, n. 6, p. 1139-1145, 2005

Wiersma, D. W., Carter, P. R.; Albrecht, K. A. *et al.* Kernel milkline stage and corn forage yield, quality, and dry matter content. **Journal of Production Agriculture**, v.6, p. 94-99, 1993.

# USO ESTRATÉGICO DE SILAGENS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE

Leopoldo Braz Los<sup>1</sup>  
João Ricardo Alves Pereira<sup>2</sup>

1- Zootecnista – Tortuga Cia. Zootec. Agrária/Bovinos de Leite  
lblos@hotmail.com

2- Doutor – Depto. de Zootecnia/UEPG  
jricardouepg@uol.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação das vacas é o componente com maior peso na composição do custo operacional da produção de leite. Portanto, a redução no custo de alimentação tem um forte impacto no custo total da produção de leite. Por essa razão, a melhora na eficiência do planejamento alimentar é um dos principais pontos a serem seguidos para a viabilidade da produção leiteira.

A sazonalidade na produção de pastagens e silagens, e a determinação dos períodos de utilização das pastagens e silagens, são pontos fundamentais no planejamento forrageiro.

O presente texto tem como objetivo fazer uma abordagem técnica de caráter mais aplicado ao assunto.

## 2 PLANEJAMENTO FORRAGEIRO

O planejamento forrageiro ainda é um grande desafio dentro de uma propriedade. Apesar de se ter grande dificuldade de elaboração por parte da grande maioria dos produtores e mesmo de alguns técnicos, o sucesso da atividade e, conseqüentemente, a permanência do produtor na atividade, dependem diretamente do atendimento das exigências do rebanho para a produção ao longo do ano.

### 2.1 FATORES QUE INFLUENCIAM NO SUCESSO DO PLANEJAMENTO:

#### 2.1.1 Evolução das categorias animal dentro do rebanho

### 2.2.2 Condições agronômicas disponíveis para produção de forragem com qualidade

### 2.2.3 Condições climáticas durante o ano agrícola

### 2.2.4 Compra ou venda de animais

A falta de forrageiras, devido à falha do planejamento, faz com que o produtor tenha que comprar volumoso ou concentrado de fora, o que aumenta os custos de produção, podendo até tornar a atividade inviável. Por outro lado, a sobra de forrageiras ao longo do ano, faz com que o produtor fique com capital imobilizado, não permitindo assim maiores investimentos na atividade.

## 3 REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS

Para um correto planejamento forrageiro é de fundamental importância o conhecimento dos requerimentos nutricionais das diferentes categorias do rebanho.

Os requerimentos devem ser observados tanto na quantidade de alimento exigido pelos animais quanto na qualidade; a partir disso conseguimos definir para quem vamos fornecer e com quais alimentos vamos trabalhar.

A estimativa da quantidade de alimento a ser produzido durante considerando-se a área e o planejamento agrícola da propriedade são as bases para se definir quais as forrageiras serão plantadas. Não se deve levar em consideração somente o volume produzido, mas principalmente, a quantidade de nutrientes que será produzida por área. Isso explique porque a silagem de milho está presente na grande maioria das propriedades que fazem algum tipo de planejamento forrageiro.

Na Tabela 1 temos os requerimentos nutricionais e ingestão de matéria seca, para animais em lactação e na Tabela 2 as exigências para vacas em manutenção.

Observa-se que quanto maior a média de produtividade e de peso corporal dos animais, maior será a exigência em matéria seca ingerida.

Na Tabela 3 se tem os requerimentos nutricionais, em energia líquida, proteína bruta, cálcio e fósforo. A partir daí consegue-se definir qual a exigência dos animais em que se

está trabalhando, e com isso definir qual o mínimo de qualidade no volumoso em que se vai trabalhar.

Quanto maior a produção leiteira dos animais, maior a sua exigência em energia líquida, por isso se deve cada vez mais buscar um volumoso de boa qualidade, pois quanto melhor a qualidade do volumoso, menor será a necessidade do fornecimento de concentrados para suprir a falta de nutrientes.

**Tabela 1:** Ingestão diária e matéria seca por vacas leiteiras

| Peso (kg)               | 400                                                                            | 500  | 600  | 700  | 800  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| Gordura no leite (%)    | 5,0                                                                            | 4,5  | 4,0  | 3,5  | 3,5  |
| Prod. de Leite (kg/dia) | Ingestão de matéria seca pro vacas no terço médio e final de lactação (kg/dia) |      |      |      |      |
| 2                       | 7,0                                                                            | 8,1  | 8,9  | 10,0 | 11,0 |
| 6                       | 9,4                                                                            | 10,3 | 10,9 | 12,0 | 13,0 |
| 10                      | 11,7                                                                           | 12,5 | 13,0 | 13,9 | 14,9 |
| 14                      | 13,5                                                                           | 14,2 | 14,7 | 15,5 | 16,5 |
| 18                      | 15,1                                                                           | 15,8 | 16,2 | 17,0 | 18,0 |
| 22                      | 16,6                                                                           | 17,3 | 17,7 | 18,4 | 19,5 |
| 26                      | 18,0                                                                           | 18,8 | 19,2 | 19,8 | 20,9 |
| 30                      | 19,3                                                                           | 20,1 | 20,5 | 21,1 | 22,3 |
| 34                      | 20,5                                                                           | 21,4 | 21,8 | 22,4 | 23,6 |
| 38                      | 21,6                                                                           | 22,5 | 23,0 | 23,6 | 24,8 |
| 42                      | -                                                                              | 24,9 | 24,4 | 24,3 | 25,1 |
| 46                      | -                                                                              | -    | 26,2 | 25,9 | 26,7 |
| 50                      | -                                                                              | -    | 27,9 | 27,5 | 28,3 |

Fonte: NRC (1989).

**Tabela 2:** Ingestão diária de matéria seca para vacas leiteiras, em manutenção, não gestantes (kg/dia)

| Peso (kg)                | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ingestão de matéria seca | 5,7 | 6,8 | 7,8 | 8,7 | 9,6 |

Fonte: NRC (1989).

**Tabela 3:** Níveis de energia, proteína, cálcio e fósforo, recomendados na matéria seca, nas dietas de gado leiteiro

| Peso (kg)                                                      | Gordura no leite (%) | Ganho de peso (kg/d) | Produção de Leite (kg/dia) |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------|------|------|
|                                                                |                      |                      | 7                          | 13   | 20   | 26   |
| 400                                                            | 5,0                  | 0,220                | 7                          | 13   | 20   | 26   |
| 500                                                            | 4,5                  | 0,275                | 8                          | 17   | 25   | 33   |
| 600                                                            | 4,0                  | 0,330                | 10                         | 20   | 30   | 40   |
| 700                                                            | 3,5                  | 0,385                | 12                         | 24   | 36   | 48   |
| 800                                                            | 3,5                  | 0,440                | 13                         | 27   | 40   | 53   |
| Energia líquida de lactação (Mcal/kg de matéria seca da dieta) |                      |                      | 1,42                       | 1,52 | 1,62 | 1,72 |
| Proteína bruta (%/kg da matéria seca da dieta)                 |                      |                      | 12                         | 15   | 16   | 17   |
| Cálcio (% da matéria seca da dieta)                            |                      |                      | 0,43                       | 0,51 | 0,58 | 0,64 |
| Fósforo (% da matéria seca da dieta)                           |                      |                      | 0,28                       | 0,33 | 0,37 | 0,41 |

Fonte: NRC (1989).

## 4 OPÇÕES DE FORRAGEM

### 4.1 PRODUÇÃO DE PASTAGENS

Em sistemas de produção de leite, com base em pastagens, o uso de forragens conservadas também se faz importante, principalmente em períodos, já conhecidos, de baixa produtividade das forrageiras. Para a escolha da forrageira que melhor se adapte as condições agrônômicas da propriedade é preciso conhecer a produção acumulada de matéria seca das forrageiras ao longo do ano, bem como a distribuição dessa produção.

Na Tabela 4 tem-se a distribuição da produção das forrageiras ao longo dos meses, podendo assim utilizar de forma estratégica as forrageiras conservadas, como forma de suplementação, em períodos onde as produções das pastagens não suprem os requerimentos nutricionais.

**Tabela 4:** Estimativa da distribuição da produção de forragem de diferentes espécies forrageiras durante o ano

|                               | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>Gramíneas de Inverno</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Azevém                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Aveia Preta                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Leguminosas de Inverno</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Trevo vesiculoso              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Ervilhaca                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Trevo branco                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Cornichão                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Gramíneas de Verão</b>     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Milheto                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Sorgo Forrageiro              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Capim-elefante                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Bermuda Coast cross nº 1      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Panicum                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Pangola                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fonte: Fontanelli (2000).

### 4.2 PRODUÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS

Na escolha de uma forrageira para ensilagem é preciso definir os objetivos da produção desta forragem. Se vai ser utilizada por animais de alta ou baixa produtividade, vacas secas ou animais jovens em crescimento. De qualquer maneira deve-se sempre buscar a melhor qualidade possível, uma vez que diminuirá a inclusão de concentrados na dieta.

De maneira simples deve ser calculado o quanto que essa forrageira produz de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, e quanto custam esse NDT produzido por esta forrageira.

Cálculo pode ser feito da seguinte forma:

- $NDT \text{ (kg/ha)} = \frac{\text{a produção de matéria seca (MS) da forragem por hectare} \times \text{a porcentagem de NDT desta forragem}}{100}$
- $\text{Custo de 1 kg de NDT} = \frac{\text{ao custo de produção da forrageira por hectare}}{\text{produção de NDT por hectare}}$

Na Tabela 5 observa-se que quanto menor é a qualidade da forragem e maior a produtividade leiteira, maior será a inclusão de concentrado na dieta.

**Tabela 5:** Fornecimento de concentrados de acordo com o nível de produção de leite, em vacas alimentadas com forragem de baixa, média e alta qualidade

| Produção de leite quando a qualidade da forragem é: |       |      | Quantidade de concentrado (kg/dia) |      |      |                        |      |      |       |  |
|-----------------------------------------------------|-------|------|------------------------------------|------|------|------------------------|------|------|-------|--|
|                                                     |       |      | Vaca de 600 kg                     |      |      | Vaca de 500 kg         |      |      |       |  |
|                                                     |       |      | Gordura no leite (%)               |      |      | Gordura no leite (%) / |      |      |       |  |
| Baixa                                               | Média | Alta | 3,0                                | 3,5  | 4,0  | 4,0                    | 4,5  | 5,0  | 5,5   |  |
| 2                                                   | 10    | 19   | 1,0                                | 1,2  | 1,5  | 2,2                    | 2,5  | 2,7  | 3,0   |  |
| 4                                                   | 12    | 21   | 1,7                                | 2,0  | 2,4  | 3,0                    | 3,4  | 3,7  | 4,0   |  |
| 6                                                   | 14    | 23   | 2,4                                | 2,8  | 3,2  | 3,9                    | 4,3  | 4,6  | 5,0   |  |
| 8                                                   | 16    | 25   | 3,2                                | 3,6  | 4,0  | 4,7                    | 5,1  | 5,6  | 6,0   |  |
| 10                                                  | 18    | 27   | 3,9                                | 4,4  | 4,9  | 5,6                    | 6,0  | 6,5  | 7,0   |  |
| 12                                                  | 20    | 29   | 4,6                                | 5,2  | 5,7  | 6,4                    | 6,9  | 7,5  | 8,0   |  |
| 14                                                  | 22    | 31   | 5,4                                | 6,0  | 6,6  | 7,2                    | 7,8  | 8,4  | 9,0   |  |
| 16                                                  | 24    | 33   | 6,1                                | 6,8  | 7,4  | 8,1                    | 8,7  | 9,4  | 10,1  |  |
| 18                                                  | 26    | 35   | 6,8                                | 7,5  | 8,3  | 8,9                    | 9,6  | 10,3 | 11,1  |  |
| 20                                                  | 28    | 37   | 7,6                                | 8,3  | 9,1  | 9,8                    | 10,5 | 11,3 | 12,15 |  |
| 22                                                  | 30    | 39   | 8,3                                | 9,1  | 9,9  | 10,6                   | 11,4 | 12,2 | 13,1  |  |
| 24                                                  | 32    | 41   | 9,0                                | 9,9  | 10,8 | 11,4                   | 12,3 | 13,2 | 14,1  |  |
| 26                                                  | 34    | 43   | 9,8                                | 10,7 | 11,6 | 12,3                   | 13,2 | 14,1 | 15,1  |  |
| 28                                                  | 36    | 45   | 10,5                               | 11,5 | 12,5 | 13,1                   | 14,1 | 15,1 | 16,1  |  |
| 30                                                  | 38    | 47   | 11,2                               | 12,3 | 13,3 | 14,0                   | 15,0 | 16,0 | 17,1  |  |
| 32                                                  | 40    | 49   | 11,9                               | 13,0 | 14,1 | 14,8                   | 15,9 | 17,0 | -     |  |

Considera-se a energia líquida de lactação (ELI) do concentrado de 1,75Mcal/kg de MS.

Forragem de baixa qualidade com 0,9Mcal/kg de MS.

Forragem de média qualidade com 1,2Mcal/kg de MS

Forragem de alta qualidade com 1,45Mcal/kg de MS

Na Tabela 6 tem-se exemplos de dietas com diferentes relações de volumoso:concentrado em três situações distintas de qualidade do volumoso (baixa, média e alta). Se tomarmos,

por exemplo, uma vaca produzindo 20 litros, com uma forragem de baixa qualidade a relação forragem:concentrado da dieta, é 52:46, enquanto que uma dieta com uma forragem de alta qualidade, com a mesma produção, necessita de uma relação forragem:concentrado de 87:12.

**Tabela 6:** Exemplo de dietas com diferentes relações volumoso:concentrado para diferentes níveis de produção de leite com base em forragens de alta, média, baixa qualidade

| Ingredientes e características das dietas |    | Produção de leite (kg/d) |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------|----|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                           |    | 5                        | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    |
| <b>Forragem de alta qualidade</b>         |    |                          |       |       |       |       |       |       |
| Forragem 2                                | kg | 8,8                      | 11,3  | 13,8  | 13,8  | 13,8  | 13,8  | 13,8  |
| Concentrados 2                            | kg | 0                        | 0     | 0     | 1,9   | 3,7   | 5,3   | 6,9   |
| Suplemento mineral e vitamínico           | g  | 120                      | 120   | 120   | 120   | 138   | 190   | 210   |
| Ingestão de matéria seca                  | kg | 8,9                      | 11,5  | 11,5  | 15,7  | 17,5  | 19,3  | 20,9  |
| Relação forragem: concentrado             |    | 99:0                     | 99:0  | 99:0  | 87:12 | 78:21 | 71:28 | 66:33 |
| <b>Forragem de média qualidade</b>        |    |                          |       |       |       |       |       |       |
| Forragem 2                                | kg | 10,6                     | 11    | 11    | 11    | 11    | 11    | 11    |
| Concentrados 2                            | kg | 0                        | 0,6   | 2,4   | 4,6   | 6,4   | 8,1   | 9,7   |
| Suplemento mineral e vitamínico           | g  | 120                      | 120   | 140   | 160   | 180   | 230   | 250   |
| Ingestão de matéria seca                  | kg | 10,8                     | 11,7  | 13,5  | 15,8  | 17,6  | 19,3  | 20,9  |
| Relação forragem: concentrado             |    | 99:0                     | 94:5  | 81:17 | 70:29 | 63:36 | 57:42 | 53:46 |
| <b>Forragem de baixa qualidade</b>        |    |                          |       |       |       |       |       |       |
| Forragem 2                                | kg | 8,3                      | 8,3   | 8,3   | 8,3   | 8,3   | 8,3   | 8,3   |
| Concentrados 2                            | kg | 0,8                      | 3,3   | 5,1   | 7,4   | 9,2   | 10,8  | 12,4  |
| Suplemento mineral e vitamínico           | g  | 140                      | 168   | 196   | 224   | 252   | 311   | 339   |
| Ingestão de matéria seca                  | kg | 9,1                      | 11,8  | 13,6  | 15,8  | 17,7  | 19,4  | 21    |
| Relação forragem: concentrado             |    | 90:8                     | 70:28 | 61:39 | 52:46 | 47:52 | 43:56 | 39:59 |

Considera-se a ELI do concentrado de 1,75Mcal/kg de MS.

Forragem de baixa qualidade com 0,9Mcal/kg de MS.

Forragem de média qualidade com 1,2Mcal/kg de MS

Forragem de alta qualidade com 1,45Mcal/kg de MS

Fonte: Wattiaux (1998).

A maior qualidade do volumoso, além de aumentar a concentração de ELI/kg da dieta, aumenta a ingestão de

matéria seca(IMS), como consequência de sua maior digestibilidade. Assim, uma forragem de ótima qualidade permite uma maior produção de leite, em relação a uma dieta com forragem de baixa qualidade, para uma mesma quantidade de concentrado na dieta.

Na Tabela 7 são apresentadas as exigências nutricionais de uma vaca e a composição das silagens de milho e de cana-de-açúcar. Nas Tabelas 8 e 9 são apresentadas as estimativas de consumo e relação volumoso:concentrado que a dieta deverá apresentar em função da qualidade do nutricional do volumoso.

**Tabela 7:** Exigências nutricionais de bovinos leiteiros

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| Peso (kg)                  | 600           |
| Produção de leite (kg/dia) | 20            |
| Gordura (%)                | 4             |
| Ganho de peso (kg/dia)     | 0,330         |
| IMS (kg/dia)               | 17,19         |
| ELI (Mcal)                 | 26,12         |
| ELI (Mcal/kg)              | 1,52          |
| Composição                 | ELI (Mcal/kg) |
| Silagem de milho           | 1,45          |
| Silagem de cana-de-açúcar  | 0,97          |
| Concentrado                | 1,8           |

Fonte: NRC (1989)

**Tabela 8:** Relação volumoso:concentrado e contribuição de ELI dos alimentos numa dieta formulada com silagem de milho como volumoso

| Alimento         | MS(kg/d) | MS (%dieta) | ELI (Mcal/d) | ELI (%dieta) |
|------------------|----------|-------------|--------------|--------------|
| Silagem de milho | 13,74    | 80          | 19,92        | 76,26        |
| Exigência        | 17,19    |             | 26,12        |              |
| Déficit          | 3,45     |             | 6,2          |              |
| Concentrado      | 3,45     | 20          | 6,2          | 23,74        |
| Total            | 17,19    | 100         | 26,12        | 100          |

**Tabela 9:** Relação volumoso:concentrado e contribuição de ELI dos alimentos numa dieta formulada com silagem de cana-de-açúcar como volumoso

| Alimento        | MS(kg/d) | MS (%dieta) | ELI (Mcal/d) | ELI (%dieta) |
|-----------------|----------|-------------|--------------|--------------|
| Silagem de cana | 5,82     | 34          | 5,65         | 21,63        |
| Exigência       | 17,19    |             | 26,12        |              |
| Déficit         | 11,37    |             | 20,47        |              |
| Concentrado     | 11,37    | 66          | 20,47        | 78,37        |
| Total           | 17,19    | 100         | 26,12        | 100          |

Com base nos exemplos acima podemos observar que volumosos de baixa qualidade como a cana precisa de uma alta inclusão de concentrados na dieta de animais com maior produção de leite, o que pode tornar inviável sua utilização. No caso de volumosos de menor qualidade podemos fazer um uso estratégico em lotes de menor exigência nutricional, como vacas em final de lactação e vacas secas.

Na Tabela 10 são apresentadas as exigências nutricionais de uma vaca e a composição das silagens de milho e de cana-de-açúcar. Nas Tabelas 11, 12 e 13 são apresentadas as estimativas de consumo e relação volumoso:concentrado que a dieta deverá apresentar em função da qualidade do nutricional do volumoso.

**Tabela 10:** Exigências nutricionais de bovinos leiteiro

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Peso (kg)                           | 600           |
| Produção de leite (kg/dia)          | 30            |
| Gordura (%)                         | 4             |
| Ganho de peso (kg/dia)              | 0,330         |
| IMS (kg/dia)                        | 20,69         |
| ELI (Mcal)                          | 33,52         |
| ELI (Mcal/kg)                       | 1,62          |
| Composição                          | ELI (Mcal/kg) |
| Silagem de milho boa qualidade      | 1,5           |
| Silagem de milho média qualidade    | 1,45          |
| Silagem de milho de baixa qualidade | 1,4           |
| Concentrado                         | 1,8           |

**Tabela 11:** Relação volumoso:concentrado e contribuição de ELI dos alimentos numa dieta formulada com silagem de boa qualidade como volumoso

| Alimento                       | MS(kg/d) | MS (%dieta) | ELI (Mcal/d) | ELI (%dieta) |
|--------------------------------|----------|-------------|--------------|--------------|
| Silagem de milho boa qualidade | 12,41    | 60          | 18,61        | 55,52        |
| Exigência                      | 20,69    |             | 33,52        |              |
| Déficit                        | 8,28     |             | 14,91        |              |
| Concentrado                    | 8,28     | 40          | 14,91        | 44,48        |
| Total                          | 20,69    | 100         | 33,52        | 100          |

**Tabela 12:** Relação volumoso:concentrado e contribuição de ELI dos alimentos numa dieta formulada com silagem de média qualidade como volumoso

| Alimento                         | MS(kg/d) | MS (%dieta) | ELI (Mcal/d) | ELI (%dieta) |
|----------------------------------|----------|-------------|--------------|--------------|
| Silagem de milho média qualidade | 10,61    | 51          | 15,38        | 45,88        |
| Exigência                        | 20,69    |             | 33,52        |              |
| Déficit                          | 10,08    |             | 18,14        |              |
| Concentrado                      | 10,08    | 49          | 18,14        | 54,12        |
| Total                            | 20,69    | 100         | 33,52        | 100          |

**Tabela 13:** Relação volumoso:concentrado e contribuição de ELI dos alimentos numa dieta formulada com silagem de baixa qualidade como volumoso

| Alimento                         | MS(kg/d) | MS (%dieta) | ELI (Mcal/d) | ELI (%dieta) |
|----------------------------------|----------|-------------|--------------|--------------|
| Silagem de milho baixa qualidade | 9,31     | 45          | 13,03        | 38,87        |
| Exigência                        | 20,69    |             | 33,52        |              |
| Déficit                          | 11,38    |             | 20,49        |              |
| Concentrado                      | 11,38    | 55          | 20,49        | 61,13        |
| Total                            | 20,69    | 100         | 33,52        | 100          |

Em relação a Tabela 11 verifica-se que uma silagem de boa qualidade contribui com mais de 55% da ELI necessária para o animal. Quando comparada a dieta onde a silagem de milho é de média qualidade (Tabela 12) a inclusão de

volumoso pode ser aumentada em quase 22% enquanto que para dieta com silagem de menor qualidade o aumento na quantidade de concentrado é de quase 38%.

Cabe ressaltar que a energia produzida na propriedade, em grande quantidade, certamente terá um custo muito menor do que se o produtor tiver que adquirir alimentos concentrados para a complementação da ração dos animais. A alta qualidade da silagem é que determina um maior consumo pelos animais. Se há maior participação de grãos na silagem e se a planta do milho (forragem) tem maior digestibilidade, com menores teores de fibra, certamente tem-se maior consumo pelos animais, o que é fundamental para maiores produções de leite.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produtor de leite deve ter sempre em mente que todo o investimento destinado a maximizar a produtividade de sua lavoura destinada à silagem será cada vez mais compensador a medida que ele consiga associar altas produtividades de forragem com elevado valor nutritivo.

Os verdadeiros fatores envolvidos na produção de silagem que podem reduzir custos não passam pela redução de insumos ou mesmo no menor valor pago pela semente. Na grande maioria das vezes eles estão nos procedimentos de manejo que visam minimizar as perdas decorrentes em cada etapa do processo, da lavoura ao animal.

## 6 BIBLIOGRAFIA CITADA

- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Subsídios ao planejamento forrageiro para produção de leite em pastagens durante o ano todo. In: FONTANELI R. S.; DÜRR, J. W.; FONTANELI (Eds.). **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2000. p. 59-84.
- N.R.C., National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed., Washington, D.C.: National Academy press, 1989. 157p
- WATTIAUX, Michel A. **Guia Técnico da Pecuária Leiteira**. Madison, USA: Instituto Babcock, University of Wisconsin, 1998. 128 p.

# MICROBIOLOGIA DE FORRAGENS CONSERVADAS E SUAS APLICAÇÕES

Mateus Castilho Santos<sup>1</sup>  
Oscar Cezar Müller Queiroz<sup>2</sup>  
Luiz Gustavo Nussio<sup>3</sup>

1- Eng. Agr, MS e aluno de doutoramento em Animal Sciences da  
University of Delaware, USA

2- Eng. Agr, MS e aluno de doutoramento em Animal Sciences da  
University of Florida, USA

3 - Professor Associado do Departamento de Zootecnia,  
USP/ESALQ.

e-mail: nussio@esalq.usp.br

## 1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do processo de produção de silagem é preservar a composição original da planta fresca e maximizar a quantidade de nutrientes ingeridos pelos animais. Entretanto, a fermentação dentro do silo é um processo dinâmico e que geralmente resulta em elevadas perdas de nutrientes durante os períodos de armazenamento e fornecimento no cocho. De acordo com Ennahar *et al.* (2003), dentre os diversos fatores que afetam o processo fermentativo, o tipo de microrganismo que predomina durante a fermentação, frequentemente, determina a qualidade final da silagem. Dessa forma, a conservação adequada de qualquer forragem, dentro ou fora do silo, depende conseqüentemente da sucessão de populações microbianas e da concentração de seus respectivos produtos.

Atualmente, diversos aditivos químicos e microbiológicos tem sido utilizados com o objetivo de alterar o processo fermentativo e melhorar a qualidade final da silagem. Entretanto, a utilização de produtos químicos tem sido evitada, pois, consumidores dos Estados Unidos e principalmente da Europa estão preocupados com os possíveis impactos desses agentes na saúde humana e do animal e na contaminação ambiental (SCHNÜRER; MAGNUSSON, 2005).

A percepção de que inoculantes bacterianos poderiam alterar o equilíbrio entre a população original de microrganismos na planta e induzir a síntese de determinados

ácidos, estimulou o interesse crescente e investimento na área de microbiologia para conservação de forragens. Ribeiro *et al.* (2005) demonstraram o avanço das pesquisas com inoculantes bacterianos nas últimas duas décadas. De acordo com os autores, o maior entendimento do efeito de microrganismos sobre a qualidade da silagem culminou na incorporação de novos conceitos, os quais estão relacionados com a manutenção da qualidade da forragem, mesmo depois da abertura do silo. Diante desse cenário, tem sido crescente o interesse pelo uso de bactérias lácticas como biopreservativos de alimentos conservados, uma vez que esses microrganismos apresentam propriedades antifúngicas e antibacterianas. Além da produção de ácido láctico, esses microrganismos também são capazes de produzir diversas substâncias, como por exemplo: bacteriocinas, ácido acético e ácido propiônico (STILES, 1996; MAGNUSSON; SCHNÜRER, 2001; VALERIO *et al.* 2004).

Do ponto de vista de eficiência fermentativa, a fermentação homolática é a mais desejável pois resulta em menor desaparecimento de energia e matéria-seca durante o processo de conservação. Sendo assim, Weinberg e Muck (1996) e Kung *et al.* (2003) afirmaram que taxas de inoculação entre  $10^5$  e  $10^6$  microrganismos por grama de forragem fresca são suficientes para as bactérias homoláticas dominarem a fermentação e se tornarem a população predominante nas silagens. Quando presentes nessas concentrações, essas bactérias convertem os açúcares solúveis da planta em ácido láctico, causando rápido decréscimo do pH e inibição do crescimento de microrganismos responsáveis pelo processo de deterioração da silagem.

Recentemente, além da presença de microrganismos homoláticos, bactérias heteroláticas (*Lactobacillus buchneri*), capazes de produzir ácido láctico e acético, também tem sido utilizadas como inoculantes para silagens com o objetivo de melhorar a estabilidade aeróbia. De acordo com Muck (1996), a adição de *L. buchneri* resulta em silagens mais estáveis devido à presença de maiores concentrações de ácido acético. Segundo Muck e Kung (1997), a utilização de inoculantes contendo somente bactérias homoláticas geralmente melhora a fermentação dentro do silo, entretanto, podem resultar em silagens menos estáveis devido à concentração reduzida de agentes antifúngicos. Dessa forma,

a combinação de cepas de bactérias que apresentam características complementares torna-se interessante para o processo de conservação de forragens, pois pode reduzir as perdas durante o processo fermentativo e aumentar a estabilidade durante o período pós-abertura, e maximizar a quantidade de nutrientes ingeridos pelos animais.

Entretanto, agentes microbianos não são somente responsáveis pela preservação e estabilidade do material ensilado. A presença desses microrganismos também pode estar associada a perdas qualitativas e quantitativas da silagem. Bolsen *et al.* (1992), demonstrou o domínio de enterobactérias, fungos, leveduras e clostridium em silagens de híbridos de milho (*Zea mays*). Clostridium está associado à perda de qualidade da silagem, pelo declínio na concentração de proteína e aumento nas concentrações de aminas biogênicas como cadaverinas (1,5-pentanodiamina) e putrecinas (1,4-butanodiamina), responsáveis pela diminuição de ingestão de silagem pelo animal. Leveduras estão associadas a perdas elevadas de matéria seca devido ao consumo de açúcares solúveis presentes no meio. Fermentações alcoólicas levam a síntese de etanol e gases, o que pode resultar em perdas de até 31% da matéria seca total em silagens de cana-de-açúcar (PEDROSO *et al.*, 2005).

Tendo em vista a importância dos efeitos positivos ou deletérios de agentes microbianos no processo de conservação de forragens, faz-se essencial a discussão, o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de avaliação microbiológica. O uso de parâmetros indiretos de avaliação vem até hoje, dando suporte aos resultados obtidos pela pesquisa, contudo melhores explicações podem ser fornecidas pela quantificação e identificação direta de microrganismos. Dessa forma, para o melhor entendimento da dinâmica de crescimento de microrganismos exógenos (aditivos microbianos) adicionados à massa de forragem e da interação destes com a microflora original da planta fresca, torna-se necessária a utilização de técnicas avançadas de microbiologia que permitam a identificação e quantificação dessas espécies.

Atualmente, com base no uso de técnicas de biologia molecular, resultados preliminares obtidos em trabalhos desenvolvidos na Universidade de Delaware e na Universidade da Flórida têm contribuído para o entendimento da dinâmica

de crescimento de microrganismos em silagens e, auxiliado na identificação e caracterização de determinadas substâncias produzidas durante o processo fermentativo. Além de reduzir as perdas de matéria-seca, o entendimento dessas variáveis pode ajudar na inibição do crescimento de microrganismos espoliadores, na redução da produção de compostos indesejáveis (principalmente micotoxinas), melhoria o desempenho animal e, finalmente, aumento da qualidade dos produtos destinados à alimentação humana.

## 2 AVALIAÇÃO CONVENCIONAL E MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA A DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO MICROBIANA EM SILAGENS

De acordo com Liu *et al.* (1997), o número de espécies de microrganismos e o tamanho de cada população microbiana são os principais parâmetros que definem a estrutura e a diversidade microbiana dentro da comunidade biológica. Ainda segundo esses autores, a quantificação desses parâmetros é severamente limitada pelos métodos convencionais atualmente utilizados (meio seletivo de cultura de microrganismos), pois grande parte dos microrganismos são refratários aos meios de culturas. Segundo Dumbar *et al.* (1997), existe dificuldade em se obter a análise completa da diversidade microbiológica de uma comunidade pois, os métodos até então existentes são capazes de caracterizar apenas uma parte das espécies presentes. Os autores mencionam que o meio de cultivo pode alterar a composição da microflora original por meio da imposição de novas condições de seleção. Em outras palavras, a nova população de microrganismos que se desenvolve pode não representar fielmente a população original daquela comunidade. De acordo com Giraffa (2004), outro aspecto importante é que, em alguns casos, os métodos clássicos de plaqueamento permitem apenas a caracterização superficial de grupos de microrganismos e não são capazes de distinguir espécies pertencentes à um mesmo grupo ou gênero, o que limita a capacidade de entendimento do processo de fermentação.

O desenvolvimento de novas técnicas moleculares, especialmente daquelas baseadas no uso do RNA ribossômico e no gene que codifica o RNA ribossômico, tem permitido a análise mais detalhada de comunidades complexas (Amann *et*

*al.*, 1995). De acordo com May *et al.* (2001), o tamanho adequado e a presença constante em todas as espécies de microrganismos fazem dessas moléculas importantes ferramentas para a diferenciação de espécies semelhantes.

O princípio dessa técnica baseia-se no isolamento total do DNA presente em uma determinada amostra e na utilização desse DNA como modelo para amplificar regiões de interesse, ou seja, genes relacionados ao RNA ribossômico (16S rRNA) (Liu *et al.*, 1997). Com base na utilização da técnica conhecida como PCR (*polymerase chain reaction*) e do uso "primers" universais ou específicos torna-se possível amplificar milhões de cópias de uma sequência específica do DNA em um curto intervalo de tempo. Uma vez amplificadas, essas sequências podem ser colocadas em um banco de dados e comparadas com as sequências já existentes. Por meio da análise das diferenças e semelhanças entre as de bases de nucleotídeos, é possível classificar as espécies de microrganismos existentes na amostra.

**Tabela 1:** Porcentagem de DNA de espécies "alvos" em relação ao total de DNA encontrado em amostras de silagens de resteva de milho colhidas com diferentes teores de MS e armazenadas em diferentes tipos de silo durante nove meses

| Tipo de silo      | Local da amostra | Teor de umidade (%) | <i>L. brevis</i> | <i>L. buchneri</i> | <i>L. plantarum</i> | <i>P. pentosaceus</i> |
|-------------------|------------------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Silos tipo "bale" | Centro           | 28,8                | 0,0251           | 0,0145             | 0,0720              | ND <sup>1</sup>       |
|                   |                  |                     | 0,0258           | 0,0476             | 2,52                | ND                    |
|                   |                  | 51,5                | 10,2             | 0,0524             | 3,12                | 0,360                 |
|                   |                  |                     | 0,550            | 0,184              | 8,00                | 0,0312                |
|                   | Bordadura        | 28,8                | 0,0795           | 0,272              | 1,89                | 0,0445                |
|                   |                  |                     | 0,0831           | 0,240              | 1,70                | 0,0001                |
|                   |                  | 51,4                | 0,0499           | 0,138              | 8,59                | 0,0024                |
|                   |                  |                     | 2,41             | 0,196              | 65,0                | 0,0002                |
| Silos tipo "bag"  | Centro           | 51                  | 8,63             | 0,154              | 10,2                | 0,0002                |
|                   |                  |                     | 15,3             | 0,163              | 8,01                | 0,0006                |
|                   | Bordadura        | 51                  | 23,7             | 0,120              | 30,4                | 0,0025                |
|                   |                  |                     |                  |                    |                     |                       |

| ra                          | 110,6              | 15,0               | 1,52               | ND                 |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Valores médios <sup>2</sup> | 9,21 <sup>bc</sup> | 3,62 <sup>cd</sup> | 14,50 <sup>b</sup> | 0,012 <sup>d</sup> |

<sup>1</sup> ND: não detectado;

<sup>2</sup> Valores médios de todos os tratamentos;

bcd Médias que não apresentam a mesma letra na linha, diferem entre si ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Tabela adaptada de Stevenson *et al.* (2006), não contendo todos os tratamentos adotados no trabalho original.

Atualmente, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos tentando identificar os principais microrganismos presentes em silagens (BRUSETTI *et al.*, 2006; ENNAHAR *et al.*, 2003; STEVENSON *et al.*, 2006) por meio de técnicas moleculares. A exploração dessas técnicas na área de conservação de forragens é de extrema importância, uma vez que a população de microrganismos da forragem fresca e ensilada pode ser alterada por diversas condições ambientais e de manejo. Stevenson *et al.* (2006), avaliou a eficiência de *primers* na determinação e quantificação de espécies de microrganismos presentes em silagens de resteva de milho amostradas em diferentes regiões de silos de larga escala confeccionadas sem a utilização de aditivos (Tabela 1). Apesar das diferentes origens e condições de armazenamento, os autores concluíram que, a maior parte das silagens apresentou domínio de bactérias da espécie *L. plantarum* e em alguns casos, as silagens apresentaram presença significativa de populações de *L. brevis* (Tabela 1). Ainda nesse estudo, os autores verificaram que *L. buchneri* e *L. pentosaceus* foram amplamente encontradas nas silagens avaliadas, porém estas espécies se apresentaram em baixas concentrações em relação à população total.

### 3 POPULAÇÃO DE MICRORGANISMOS NA PLANTA FRESCA E ENSILADA E SUBSTÂNCIAS PRODUZIDAS DURANTE A FERMENTAÇÃO

A população original de microrganismos tem efeitos marcantes na fermentação da silagem, pois pode conduzir o material a fermentações indesejáveis, reduzindo a eficácia de aditivos bacterianos.

A importância da população microbiana pode ser vista principalmente em silagens de cana-de-açúcar sem adição de

inoculantes bacterianos. Pedroso *et al.* (2005) trabalhando com avaliação microbiológica de silagens de cana-de-açúcar constataram que a presença de leveduras na planta é responsável por intensa fermentação alcoólica dentro do silo, resultando em produções de 7,92% de etanol (MS) após 45 dias de fermentação. Os autores verificaram ainda, que perdas totais de 30% de MS e perdas gasosas ao redor de 16% de MS apresentavam alta correlação com a concentração de etanol produzido por essas leveduras.

As práticas agrícolas adotadas durante o período de condução da cultura podem afetar a microbiota existente na planta. Adler *et al.* (1995) avaliou alterações na população de microrganismos em áreas de pastagem recebendo ou não diferentes fontes de nutrientes em diferentes épocas do ano (fertilizantes comerciais NPK ou excreções de animais). De acordo com os autores, o número de leveduras, fungos e enterobactérias, não foi alterado em função de estações do ano. Contudo, plantas recebendo intensa adubação com fertilizantes comerciais apresentaram aumento no número total de bactérias aeróbias. Como resultado da aplicação de esterco, o número de esporos de clostridium, coliformes e *E. coli* aumentou nas plantas originais. Esse efeito não foi constatado até o momento da ensilagem, quando número de esporos já se mostrava reduzido. Segundo os autores, independente da aplicação de esterco, que se constitui em habitat de microrganismos deterioradores de silagem, a presença de microrganismos no solo excede em inúmeras vezes a população encontrada na planta. Quanto às bactérias ácido lácticas, as quais são fundamentais durante o processo de fermentação, essas variaram não somente quantitativamente, mas também em espécies. Os fatores que resultaram em maiores alterações destas foram: clima, forma de aplicação de esterco, parte da planta e estágio fisiológico (avaliado como idade).

O método de colheita do material a ser ensilado também interfere na contagem de microrganismos na planta. Pobednov *et al.* (1997) trabalhando com bactérias ácido lácticas osmotolerantes e plantas com diferentes períodos de emurchecimento, atribuíram o mais rápido declínio de pH da silagem à capacidade dessas bactérias se manterem ativas no meio, enquanto populações originais de bactérias não apresentaram tal característica.

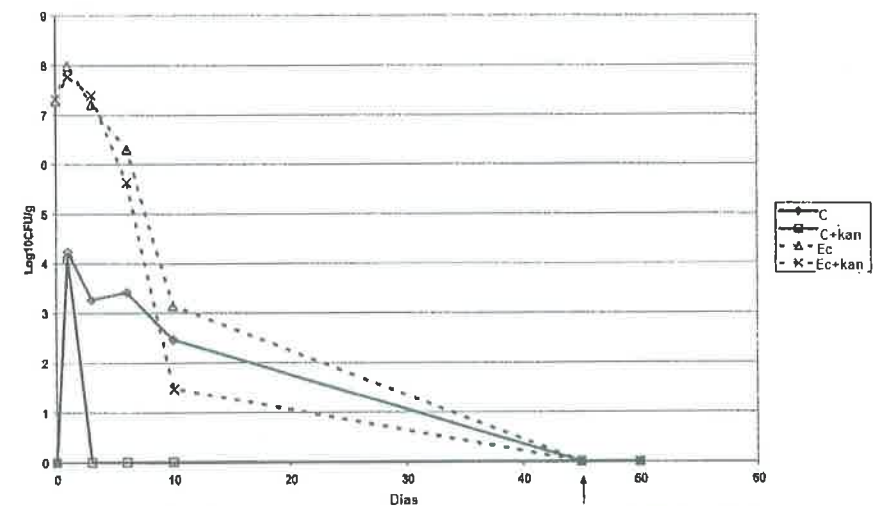
Adler *et al.* (1997) constataram não haver efeito significativo do método de colheita sobre a contagem de bactérias aeróbias, clostridium, fungos e leveduras, contudo, foi observado aumento no número de bactérias ácido láticas durante a colheita. Os autores afirmaram que o corte em tamanho de partículas menores promoveu rápido aumento de população de BAL durante os primeiros estágios da fermentação, o que resultou em rápido declínio de pH, quando comparado com silagens da mesma forragem ceifada na base durante a colheita e mantido com o fitômero íntegro. Segundo os autores, aparentemente a maior ruptura das células, libera o conteúdo intracelular extravasado que serve como fonte de nutrientes a serem utilizados pelas bactérias ácido-láticas. É importante lembrar que a redução excessiva do tamanho de partícula pode resultar em aumento na produção de efluentes resultando, dessa forma, em maiores perdas totais de MS.

Além dos fatores ambientais que influenciam a população de microrganismos na planta fresca e ensilada, a presença de oxigênio dentro do silo ou o desenvolvimento de fungos, leveduras e enterobactérias pode afetar o padrão de fermentação da silagem resultando em um produto insatisfatório.

A presença de bactérias patogênicas em silagens é um tema importante, tendo em vista que o material pode ser o foco de crescimento de enterobactérias patogênicas como *Salmonella* e *Escherichia coli* Wilkinson (1999), bacillus como *Bacillus cereus* (VISSER *et al.*, 2007) e até mesmo bactérias do gênero *Clostridium*.

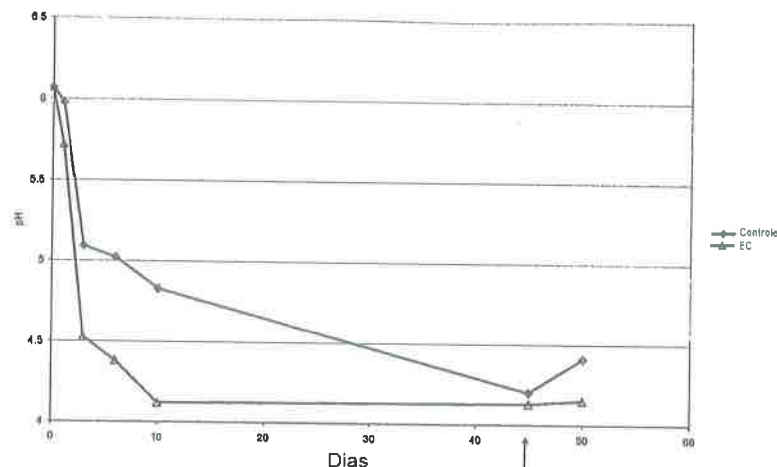
Embora a diminuição do pH no meio possa dissipar a presença de enterobactérias e reduzir o desenvolvimento de clostrídios, o lento declínio de pH pode favorecer a multiplicação desses no material ensilado (BACH *et al.*, 2002; HERON *et al.*, 1993). Cepas patogênicas de *E.coli* podem causar danos severos à saúde de humanos e animais. Segundo Lindgren, citado por Chen *et al.* (2005), a cepa de *E. coli* O157:H7 é uma preocupação singular pois sob determinadas condições pode se desenvolver em silagens e ocasionar desordens intestinais em animais, e mastite em vacas de leite consumindo silagens contaminadas. Mesmo sendo o animal a principal fonte de *E.coli* O157:H7, essa bactéria pode ser disseminada em culturas, por meio de aplicações de esterco

como forma de fertilização. Trabalhos reportam a eliminação dessa cepa com base no decréscimo de pH da silagem. De acordo com os dados das Figuras 1 e 2, a população de *E. coli* apresenta comportamento semelhante ao da redução do pH da silagem durante o processo fermentativo, independente do meio de cultura utilizado. Contudo, alguns trabalhos observaram que *E. coli* O157:H7 poderia desenvolver tolerância a acidez sobrevivendo dessa forma a pH ao redor de 3.4 (BRUDZINSKI *et al.*, 1998; KOUTSOUMANIS *et al.*, 2004).



**Figura 1:** População final de *E. coli* em silagens de milho, após inoculação em meio contendo chromocult TBX agar com e sem Kanamicina. Linhas solidas indicam dados obtidos no tratamento controle e linhas pontilhadas indicam dados obtidos nos tratamentos inoculados com *E. coli* (a seta indica o início da exposição da silagem ao ar)

Fonte: Adaptado de Chen *et al.* (2005).



**Figura 2:** Mudança de pH em silagens de milho sem aditivos e inoculadas com *E. coli* (EC). A seta indica o momento da exposição da silagem ao ar

Fonte: Adaptado de Chen *et al.* (2005).

A presença de bactérias patogênicas no material ensilado, tanto durante o período de fermentação, como também no período de pós-abertura do silo é foco de atenção em alguns países. Desta maneira o setor acadêmico vem adotando novas linhas de pesquisa em busca de soluções para minimizar esse problema. Para tanto se tornam fundamentais as técnicas moleculares que auxiliam na identificação e quantificação de espécies.

Dentro desse contexto, o uso de inoculantes bacterianos na confecção de silagens pode se tornar uma estratégia para promover o uso de cepas cuja função não está associada unicamente à produção de ácidos, mas como também a produção de bacteriocinas capazes de eliminar agentes patogênicos do meio. Bacteriocinas são compostos proteináceos produzidos por bactérias, que eliminam ou reduzem o crescimento de outras bactérias concorrentes. Dessa forma, bacteriocinas são compostos utilizados por esses microrganismos como forma de eliminar a competição no meio. Existem muitas dúvidas se essa ação é estabelecida como relação causal (voluntária) ou aleatória (involuntária) por parte dos microrganismos.

A eficácia do uso de bacteriocinas foi demonstrada por Twomey *et al.* (2000) no controle de *Staphylococcus aureus*, um

agente causador de mastite, com o uso de adesivos mamários contendo lacticin 3147. Ryan *et al.* (1999) verificaram que a mesma bacteriocina era eficaz em reduzir a incidência de mastite clínica causada por *Streptococcus dysgalactiae*, de 42% para 6% em vacas secas. Tendo em vista toda preocupação existente quanto ao uso de antibióticos no tratamento de animais, e levando-se em consideração que os adesivos infundidos com bacteriocinas não são considerados produtos antibióticos, esses se tornaram produtos atrativos em determinados nichos de mercado, como os países da comunidade européia, ou grande redes de mercados americanos.

Yildirim (2002) purificou e caracterizou a buchnerina, uma bacteriocina produzida pelo *L. buchneri*, um dos aditivos mais utilizados para promover estabilidade aeróbia em silagens. De acordo com os autores, o composto mantém sua estabilidade mesmo sendo submetido a altas temperaturas e, mantém sua atividade biológica mesmo em grande amplitude de pH, variando entre pH 2 a 9. Buchnerina apresenta amplo espectro de inibição, sendo as espécies do gênero *Listeria*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, e *Streptococcus* afetados negativamente (YILDIRIM, 2002).

Gollop *et al.* (2005) constatou haver atividade antibacteriana em extratos de silagens de milho e trigo aditivadas com *L. buchneri*. De acordo com os autores, diferentes cepas de *L. buchneri* apresentaram efeito inibitório no crescimento de *Micrococcus luteus* e *Pseudomonas aeruginosa*. De acordo com os dados obtidos pelos autores (Tabela 2), diferentes cepas da mesma espécie podem demonstrar diferentes resultados quanto ao potencial de inibição, tal fato tem como implicações práticas possíveis diferenças de resultados em função do aditivo comercial sendo utilizado na confecção do silo.

**Tabela 2:** Atividade antibacteriana de bactérias ácido lácticas sobre *Micrococcus luteus*, em meio de cultura

| Inoculante                                | Zona de inibição |
|-------------------------------------------|------------------|
| <i>L. plantarum</i> MTDI                  | ++               |
| <i>P. pentosaceus</i>                     | +++              |
| <i>L. plantarum</i>                       | +++              |
| <i>L. pentosus</i>                        | +++              |
| <i>P. pentosaceus</i>                     | —                |
| <i>E. faecium</i> C                       | +                |
| <i>E. faecium</i> Q                       | +                |
| <i>L. buchneri</i>                        | +                |
| <i>L. buchneri</i>                        | +++              |
| <i>L. plantarum</i> and <i>E. faecium</i> | +++              |

(-) Sem inibição; (+) 0-2 mm de inibição; (++) 3-4 mm de inibição; (+++) 5-8 mm de inibição.

Fonte: Adaptado de Gollop *et al.* (2005).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de técnicas moleculares na pesquisa com conservação de forragens além de promover agilização na identificação de espécies também tem permitido a contagem de microrganismos. Não se trata simplesmente da implementação de metodologia mais moderna, atual e ágil, motivos que justificariam sua adoção, mas, sobretudo, permitem integração de equipes multidisciplinares.

O interesse nesse assunto transcende os ganhos de eficiência na conservação da forragem ou desempenho animal melhorado mas despertam temas de interesse social e ambiental à medida que a interação entre microrganismos da silagem e do ambiente se traduzem em implicações da segurança alimentar, saúde pública e contaminação ambiental.

#### 5 REFERÊNCIAS:

ADLER, A.; Lew, H. Seasonal-changes of epiphytic microorganisms on manured, NPK-fertilized and not fertilized forage. *Bodenkultur*, 46: 1995, 223-240.

Adler, A., C. Berger, J. Neuhauser, and H. Lew. 1997. Quantitative changes of epiphytic lactic acid bacteria on forage in the course of harvest and ensilage. *Bodenkultur* 48: 165-171.

Amann RI, Ludwig W., Schleifer KH (1995) Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol Rev* 59: 143-169.

Bach, S. J., T. A. McAllister, J. Baah, L. J. Yanke, D. M. Veira, V. P. J. Gannon, and R. A. Holley. 2002. Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in barley silage: effect of a bacterial inoculant. *J. Appl. Microbiol.* 93:288-294.

Bolsen, K. K. et al. 1992. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science* 75: 3066-3083.

Brudzinski, L., M. A. Harrison. 1998. Influence of incubation conditions on the survival of acid tolerance response of *Escherichia coli* O157:H7 and non-O157:H7 isolates exposed to acetic acid. *J. Food Prot.* 61:542-546.

Bruseti, L., Borin, S., Mora, D., Rizzi, A., Raddadi, N., Sorlini, C., Daffonchio, D. (2006). Usefulness of length heterogeneity-PCR for monitoring lactic acid bacteria succession during maize ensiling. *FEMS Microbiol Ecol*, 56, 154-164.

Chen, Y., S. Sela, M. Gamburg, R. Pinto, and Z. G. Weinberg. 2005. Fate of *Escherichia coli* during ensiling of wheat and corn. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 5163-5170.

Dunbar, J., S. White, and L. J. Forney. 1997. Genetic diversity through the looking glass: effect of enrichment bias. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:1326-1331.

Ennahar, S., Cai, Y.M., Fujita, Y. (2003) Phylogenetic diversity of lactic acid bacteria associated with paddy rice silage as determined by 16S ribosomal DNA analysis. *Applied and Environmental Microbiology* 69, 444-451.

Giraffa, G. 2004. Studying the dynamics of microbial populations during food fermentation - a review. *FEMS Microbiology Reviews*, 28, 251-260.

Gollop, N., V. Zakin, and Z. G. Weinberg. 2005. Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. *Journal of Applied Microbiology* 98: 662-666.

Heron, S. J. E., J. F. Wilkinson, C. M. Duffus. 1993. Enterobacteria associated with grass silage. *J. Appl. Bacteriol.* 75:13-17.

Koutsoumanis, K. P., J. N. Sofos. 2004. Comparative acid stress of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* after habituation at different pH conditions. *Letf. Appl. Microbiol.* 38:321-326.

Kung, Jr. L., M. R. Stokes, C. J. Lin. 2003. Silage additives. Pages 305-360 in *Silage Science and Technology*, D. R. Buxton, R. E. Muck and J. H. Harrison, eds. Am. Soc. Agronomy, Inc., Madison, WI.

Liu, W., Marsh, T.L., Cheng, H., Forney, L.J. 1997. Characterization of microbial diversity by determining terminal restriction fragment length polymorphisms of genes encoding 16S rRNA. *Appl Environ Microbiol* 63: 4516-22.

Magnusson, J., Schnürer, J. 2001. *Lactobacillus coryniformis* subsp. *Coryniformis* strain Si3 produces a broad-spectrum proteinaceous antifungal compound. **Applied and Environmental Microbiology**. 67:1-5.

May, L.A., B. Smiley, M. G. Schmidt. 2001. Comparative denaturing gradient gel electrophoresis of fungal communities associated with whole plant corn silage. **Can. J. Microbiol.** 47: 829-841.

Muck, R. E., 1996. A lactic acid bacteria strain to improve aerobic stability of silages. Pages 42-43 in U. S. Dairy Forage Res. Center 1996 **Res. Summaries**. Madison, WI.

Muck, R. E., L. Kung, Jr. 1997. Effects of silage additives on ensiling. Proc. from the Silage: Field to Feedbunk North American Conference. NRAES -99. Pp 187-199.

O'Brien, M., O'Kiely, P., Forristal, P. D. & Fuller, H. T. (2005) Fungi isolated from contaminated baled grass silage on farms in the Irish midlands. *FEMS Microbiol Lett*, 247, 131-135.

Pedroso, A. D. *et al.* 2005. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. *Scientia Agricola* 62: 427-432.

Pobednov, J., F. Weissbach, and G. Pahlow. 1997. About the effect of a lab-preparation on the acidification rate and fermentation quality of wilted silage. *Landbauforschung Volkenrode* 47: 97-102.

Ribeiro, J. L., Queiroz, O. C. M, Nussio, L. G. Desenvolvimento de aditivos microbianos para ensilagem: realidade e perspectivas. In: Reis, R. A. *et al.* (Org.). *Volumosos na Produção de Ruminantes*. 2ª ed. Jaboticabal: Funep, 2005, v. p. 1-24.

Ryan, M. P., J. Flynn, C. Hill, R. P. Ross, and W. J. Meaney. 1999. The natural food grade inhibitor, lacticin 3147, reduced the incidence of mastitis after experimental challenge with *Streptococcus dysgalactiae* in nonlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82: 2625-2631.

Schnürer, J., Magnusson, J. 2005. Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends in Food Science and Technology*. 16:70-78.

Stevenson, D.M., R.E. Muck, K.J. Shinnors, and P.J. Weimer. 2006. Use of real time PCR to determine population profiles of individual species of lactic acid bacteria in alfalfa silage and stored corn stover. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 71:329-338.

Stiles, M.E. 1996. Biopreservation by lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*. 70:331-345.

Twomey, D. P. *et al.* 2000. Protection against *Staphylococcus aureus* mastitis in dairy cows using a bismuth-based teat seal containing the bacteriocin, lacticin 3147. **J. Dairy Sci.** 83: 1981-1988.

Valerio, F., Lavermicocca, P., Pascale, M. & Visconti, A. 2004. Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation. **FEMS Microbiology Letters**. 233:289-295.

Visser, M. M. M., M. C. T. Giffel, F. Driehuis, P. De Jong, and J. M. G. Lankveld. 2007. Minimizing the level of *Bacillus cereus* spores in farm tank milk. **Journal of Dairy Science** 90: 3286-3293.

Weinberg, Z. G., and R. E. Muck. 1996. New trends in development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19:53-68.

Wilkinson, J. M. 1999. Silage and health, p. 67-81. In: T. Pauly (ed.), *Silage production in relation to animal performance, animal health, meat and milk quality. Proceedings...* of the 12th International Silage Conference, July 5-7, Uppsala, Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

Yildirim, Z., Y. K. Avsar, and M. Yildirim. 2002. Factors affecting the adsorption of bacteriocin Ib, a bacteriocin produced by *Lactococcus buchneri*. *Microbiological Research* 157: 103-107.

# ADITIVOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO TRATAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Patrick Schmidt<sup>1</sup>

1- Zootecnista, Dr. Professor Adjunto do Depto. de Zootecnia/SCA/UFPR - Curitiba/PR  
patrick@zootecnista.com.br

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar apresenta-se consolidada entre as melhores opções de alimentos volumosos suplementares para rebanhos de corte e leite. A ampla adoção da cana-de-açúcar pelos pecuaristas decorre dos benefícios já detalhados em outras oportunidades (SCHMIDT; NUSSIO, 2004; NUSSIO *et al.*, 2006). Em parte, a grande aceitação desse volumoso em propriedades pecuárias pode ser relacionada ao avanço no setor científico, com o desenvolvimento de opções tecnológicas para expandir e adequar o uso da cana-de-açúcar a diferentes condições.

Entre os recentes avanços obtidos, podemos destacar a seleção de variedades direcionadas a alimentação de ruminantes, o desenvolvimento de processos de tratamento da cana fresca picada, visando melhorar a conservação e qualidade do produto, e a aplicação de aditivos visando reduzir a fermentação alcoólica e as perdas no processo de ensilagem da cana-de-açúcar.

O uso de aditivos em forragens conservadas, notadamente na ensilagem, tem por premissa a redução nas perdas, a elevação no valor nutritivo ou a melhora na estabilidade aeróbia do produto final. Kung Jr. (2000) afirma que, no processo de ensilagem, aditivos têm sido empregados como forma de elevar a recuperação de nutrientes e energia no volumoso conservado, com conseqüente incremento no desempenho dos animais.

Vários fatores podem interferir na eficiência do uso de aditivos em forragens, como características da espécie utilizada, teor de umidade, temperatura e pH da massa, teor

de carboidratos solúveis, e população de microrganismos epifíticos.

Assim como qualquer outra tecnologia, o uso de aditivos em forragens deve ser avaliado baseando-se no custo de aplicação e retorno econômico no produto final. Segundo Weiss (1996), o custo de um aditivo, dos equipamentos e mão-de-obra necessários à sua aplicação são fáceis de determinar; porém, os benefícios, ou retorno do investimento, são difíceis de mensurar. Da mesma forma, verifica-se dificuldade de entendimento ao se proceder a comparação dos resultados de aplicação de um mesmo aditivo, na mesma espécie forrageira, em ensaios distintos, devido à variabilidade nos resultados obtidos.

Nesta revisão será discutido o papel dos aditivos químicos e microbianos na conservação da cana-de-açúcar fresca ou ensilada. A utilização de aditivos absorventes (sequestrantes de umidade) em cana-de-açúcar não será aqui abordada, fundamentando-se nas razões discutidas por Nussio e Schmidt (2004) e corroboradas pelo trabalho de Bernardes *et al.* (2007).

## 2 ADITIVOS E A COMPOSIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Dentre os aditivos comumente usados no tratamento da cana-de-açúcar fresca picada destacam-se produtos químicos que apresentam efeito hidrolítico sobre os componentes da parede celular. Adicionalmente, espera-se que esses produtos sejam capazes de inibir o crescimento microbiano, evitar o aquecimento e as perdas de sacarose, do momento da picagem até o fornecimento aos animais no cocho.

Na ensilagem da cana-de-açúcar o efeito esperado dos aditivos empregados é de inibição no crescimento ou redução na atividade das leveduras epifíticas, que efetuam fermentação alcoólica durante o processo. Com isso, espera-se reduzir as perdas de MS que, não raramente, superam a casa de 30%.

Embora muitos aditivos testados para esses fins pareçam exercer efeito benéfico sobre características qualitativas da cana-de-açúcar, fresca ou ensilada, a comparação da magnitude de resposta dos aditivos, em diferentes ensaios é dificultada pela baixa consistência e grande variabilidade dos resultados. Provavelmente, parte dessas diferenças no padrão

de resposta esteja relacionada às diferenças na composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar usada nos experimentos, que alteram a população e a taxa de crescimento de microrganismos epifíticos, influenciando assim o efeito dos aditivos. Como fator agravante à comparação dos resultados, poucos trabalhos apresentam a composição bromatológica completa da cana, principalmente em relação ao teor de sacarose ou carboidratos solúveis totais.

Uma idéia da variabilidade na composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar foi apresentada por Nussio *et al.* (2006), baseando-se em amostras do volumoso "cana-de-açúcar" enviadas ao Laboratório de Bromatologia da ESALQ/USP (Tabela 1).

**Tabela 1:** Composição média e amplitude de variação de amostras de cana-de-açúcar, entre os anos de 2000 e 2006.

| Variável                         | n  | média | mínimo | máximo |
|----------------------------------|----|-------|--------|--------|
| Matéria seca (%)                 | 21 | 27,7  | 20,4   | 33,9   |
| Extrativo não-nitrogenado (% MS) | 26 | 68,0  | 53,3   | 75,5   |
| NDT estimado (%)                 | 26 | 64,5  | 53,9   | 69,5   |
| FDN (% MS)                       | 23 | 47,3  | 37,9   | 63,9   |

Fonte: Adaptado de Nussio *et al.* (2006).

A grande variação nos teores dos componentes listados na Tabela 1 pode ser devida a fatores como maturidade da cana-de-açúcar (FERNANDES *et al.*, 2003), variedade utilizada (RODRIGUEZ *et al.*, 2006) e demais fatores de solo, ambiente e manejo.

Dessa maneira, os efeitos dos aditivos aplicados na cana-de-açúcar devem ser avaliados em conjunto de ensaios, permitindo traçar linhas de tendência de resposta, respeitando a variabilidade natural dos dados já mencionada. Vale lembrar que a confiabilidade das tendências depende diretamente do número de avaliações disponíveis (n), cabendo à comunidade científica a expansão no banco de dados sobre aditivos em cana-de-açúcar.

Lovatto *et al.* (2007) afirmam que a transformação de resultados de pesquisa em conhecimentos utilizáveis requer dezenas ou até mesmo centenas de experimentos, e que em

revisões tradicionais, como a presente, diferenças em condições experimentais entre estudos são ignoradas. Os autores sugerem o uso de Meta-análise como forma de obter maior precisão na estimativa do efeito de um tratamento, desde que o valor de "n" não seja baixo.

### 3 ADITIVOS NO TRATAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR FRESCA

O tratamento da cana-de-açúcar fresca (tratamento em "montes"), tradicionalmente, utiliza agentes químicos hidrolíticos (principalmente bases fortes) com objetivo de romper a estrutura da fibra e elevar a taxa de digestão dos componentes da parede celular.

Van Soest (1994) afirma que algumas ligações que ocorrem durante a formação da parede celular de gramíneas são susceptíveis à ação de agentes alcalinizantes, que acarretam aumento na disponibilidade de nutrientes pela quebra das ligações entre a lignina e os carboidratos da parede celular, bem como pela hidrólise dos polissacarídeos que compõe a fibra, resultando na liberação de açúcares solúveis. Segundo Klopfenstein (1978), o processo permite expansão e conseqüente hidratação das fibras, possibilitando maior exposição ao ataque microbiano no ambiente ruminal.

Trabalhos das décadas de 80 e 90 avaliaram o hidróxido de sódio (NaOH) como agente hidrolítico no bagaço e na cana-de-açúcar integral, obtendo resultados bastante satisfatórios. O NaOH possibilita solubilização da hemicelulose e incremento na digestibilidade da FDN (EZEQUIEL *et al.*, 2005). Esses autores verificaram elevação na digestibilidade da FDN de 29,4% na cana *in natura* para 65,4% na cana com 1,5% de solução 50% de NaOH, com conseqüente elevação no consumo voluntário por bovinos. Resultados semelhantes foram observados por Alves *et al.* (2001), sem, contudo, alterar significativamente o consumo de MS por bovinos.

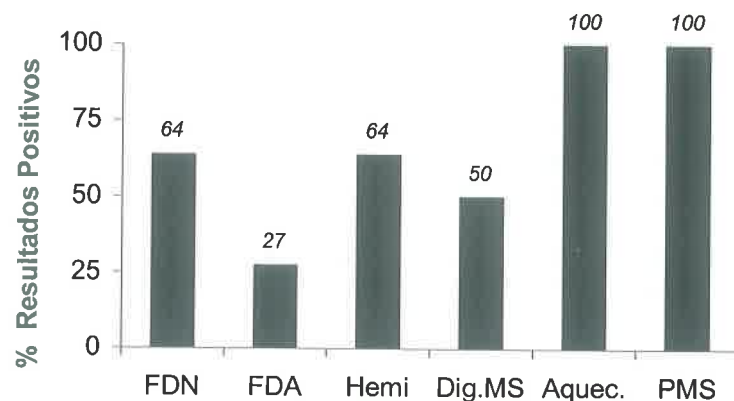
Embora tecnicamente eficiente, a aplicação em larga escala do NaOH como agente hidrolítico esbarrou em problemas ambientais (BERGER *et al.*, 1994) e, principalmente, econômicos, estando atualmente em desuso. Contudo, persistiram as buscas por aditivos para tratamento da cana, menos agressivos e de custo inferior, entre outros benefícios.

Recentemente, o interesse em reduzir o aquecimento da forragem, decorrente da respiração da célula vegetal e do crescimento microbiano após a picagem, tem sido objetivo importante no estudo de produtos para tratamento de cana em montes. Durante o período de exposição ao ar, os carboidratos solúveis são prontamente oxidados pelas células vegetais na cadeia respiratória, dissipando água, dióxido de carbono e calor resultante desse processo na atmosfera, o que representa perda de nutrientes (ROTZ; MUCK, 1994). Ainda, microrganismos aeróbios e anaeróbios facultativos se desenvolvem na forragem picada, metabolizando a sacarose e elevando as perdas de MS e de qualidade no volumoso.

No manejo tradicional, a cana-de-açúcar é colhida e picada diariamente para fornecimento aos animais, como único recurso para evitar a deterioração. Propostas de novos aditivos apresentam alternativa a esse manejo, permitindo que uma quantidade maior do volumoso seja picada para utilização nos dias seguintes, conferindo ainda efeito hidrolítico sobre a fibra da cana.

**Situação atual.** O óxido de cálcio (CaO - cal virgem) é um produto obtido mediante calcinação de rochas moídas de calcita e dolomita. A reação desse óxido com água produz o hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub> - cal hidratada), uma base com elevado grau de dissociação e médio poder hidrolítico sobre os componentes da parede celular (SANTOS, 2007). Esse autor afirma que a cal microprocessada é um exemplo desse tipo de aditivo, usada para produção animal por ser livre de elementos tóxicos em função do tipo processamento.

Recentemente, pesquisas sobre o uso do óxido ou hidróxido de cálcio têm revelado bom potencial de uso desses produtos para o tratamento hidrolítico da cana em montes. Contudo, o número de informações publicadas ainda é bastante limitado. A sumarização dos principais resultados obtidos até o momento sobre esses aditivos na cana-de-açúcar *in natura* está apresentada na Figura 1.



**Figura 1:** Percentagem de trabalhos publicados com resultados positivos do efeito da adição de Óxido ou hidróxido de cálcio sobre as variáveis: FDN (n=11); FDA (n=11); Hemicelulose (n=11); Digestibilidade da MS (n=4); Aquecimento da forragem de 0 a 5 dias (n=2); Perda total de MS de 0 a 5 dias (n=1), em cana-de-açúcar.

Os trabalhos publicados contemplam doses de cal variando entre 0,3 e 2,25% da massa verde (MV) e tempos de tratamento que vão de 3 a 240 horas. A maior parte dos ensaios utilizou a cal virgem microprocessada diluída em água na proporção de 40 litros por tonelada de forragem.

Em sete dos 11 ensaios que avaliaram o teor de FDN da forragem após o tratamento houve redução no teor dessa fração, sendo o valor médio obtido de 6,0 unidades percentuais na redução. O mesmo comportamento foi observado para a fração hemicelulose, uma vez que em apenas três dos 11 ensaios houve efeito do tratamento hidrolítico sobre a fração FDA.

A análise conjunta evidencia que, provavelmente, o efeito hidrolítico do óxido ou hidróxido de cálcio concentra-se na fração hemicelulose, o que parece acarretar efeito limitado sobre a digestibilidade da matéria seca (MS). Apenas quatro trabalhos avaliaram essa variável, sendo três avaliações *in vitro* e uma *in vivo* com ovinos. Duas avaliações *in vitro* evidenciaram resultado positivo da aplicação de 1% de CaO, com incremento médio de 3,6 unidades percentuais no valor dessa variável.

Dois ensaios avaliaram o aquecimento da forragem até o 5o dia após o tratamento com cal, em ambiente aeróbio. Em ambos foi verificado menor acúmulo de temperatura na forragem tratada, com efeito mais pronunciado das doses mais altas avaliadas, de 1,5% (SANTOS, 2007) e 2,0% (DOMINGUES *et al.*, 2006). Apenas Santos (2007) avaliou as perdas de MS durante exposição aeróbia da cana picada, por cinco dias. Esse autor verificou perdas médias de 10,4% na forragem *in natura* e 6% na forragem adicionada de 1% de CaO.

Segundo Santos (2007), a redução na frequência de colheita da cana possibilitada por essa técnica diminui a demanda por mão-de-obra no trato dos animais, sem depender de investimentos em implementos. Assim, a utilização da cal virgem permite flexibilidade e aumento da capacidade de colheita em pequenas propriedades. Contudo, o autor ressalta que tempos prolongados de exposição aeróbia (acima de 48 horas) são inconvenientes, pois acarretam redução nos teores de açúcares solúveis, acompanhados de aquecimento da forragem, crescimento microbiano e perdas de MS (Tabela 2).

**Discussão.** Analisando os poucos dados disponíveis na literatura, podemos pontuar que efeitos antagônicos ocorrem simultaneamente durante o tratamento da cana-de-açúcar em montes. Por um lado, evidencia-se a hidrólise parcial da fração hemicelulose, e possibilidade de pequena redução no teor de FDN. Por outro, durante a exposição aeróbia, há consumo de açúcares solúveis na cadeia respiratória das células da planta e de microrganismos, transformando parte dessa fração em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e calor, mesmo sob altas dosagens de cal virgem, conforme verificado por Oliveira *et al.* (2006), Oliveira *et al.* (2007) e Santos (2007).

Vale lembrar que, segundo Berger *et al.* (1994), o tratamento químico não apresenta benefícios sobre os componentes do conteúdo celular das células vegetais, agindo exclusivamente sobre a parede celular. Dessa forma, baseados na variação de qualidade no volumoso "cana-de-açúcar" apresentada na Tabela 1, podemos inferir que a efetividade do tratamento com cal virgem sobre o valor nutritivo da cana será dependente do balanço entre os teores de fibra e açúcares presentes nessa forragem. Em termos gerais, quanto pior a qualidade da cana-de-açúcar utilizada, mais responsivo será o tratamento hidrolítico nesse volumoso.

**Tabela 2:** Efeito de doses de CaO sobre variáveis de composição e estabilidade da cana-de-açúcar tratada por 120 horas

|                                 |  | Doses (% da MV)   |                   |                    |                   |       |     |
|---------------------------------|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|-----|
| Modo de aplicação               |  | 0,0               | 0,5               | 1,0                | 1,5               | Média | EPm |
| Temp. acumulada 0-5 dias (°C)   |  |                   |                   |                    |                   |       |     |
| Seco                            |  | 5050 <sup>a</sup> | 3803 <sup>b</sup> | 3556 <sup>bc</sup> | 3065 <sup>c</sup> | 3868  | 66  |
| Diluído em água (40 L/t)        |  | 5529 <sup>a</sup> | 3426 <sup>b</sup> | 3382 <sup>b</sup>  | 2701 <sup>c</sup> | 3760  | 68  |
| Perdas de MS 0-5 dias (% da MS) |  |                   |                   |                    |                   |       |     |
| Seco                            |  | 9,3 <sup>a</sup>  | 7,2 <sup>b</sup>  | 6,2 <sup>b</sup>   | 6,0 <sup>b</sup>  | 7,2   | 0,1 |
| Diluído em água (40 L/t)        |  | 11,5 <sup>a</sup> | 6,6 <sup>b</sup>  | 5,7 <sup>b</sup>   | 4,7 <sup>b</sup>  | 7,1   | 0,1 |
| Carboidratos solúveis (% da MS) |  |                   |                   |                    |                   |       |     |
| Cana original (tempo 0)         |  | 27,2 <sup>a</sup> | 21,1 <sup>a</sup> | 20,1 <sup>a</sup>  | 12,2 <sup>b</sup> | 20,1  | 1,6 |
| Diluído em água (40 L/t)        |  | 13,5              | 14,7              | 7,2                | 9,7               | 11,3  | 1,6 |

Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste Tukey (P<0,05)

Fonte: Adaptado de Santos (2007).

Em muitos casos, o pequeno incremento em digestibilidade da MS obtido com o tratamento químico poderia ser conseguido de forma mais efetiva e menos trabalhosa com a troca de variedade de cana e/ou melhor manejo do canavial. Assim, do ponto de vista nutricional, o tratamento químico seria justificável apenas como um ajuste fino no valor nutritivo da forragem, após os outros fatores estarem corrigidos. Do ponto de vista operacional, deve-se avaliar os benefícios da redução na frequência de colheita, em relação ao ônus das perdas de MS e qualidade que, embora reduzidas, não são evitadas com o uso do tratamento químico.

**Excesso de cálcio.** Nenhum trabalho publicado até o presente menciona a elevação assistida no teor de cálcio em volumosos tratados com cal virgem ou hidratada, como possível fator negativo decorrente da aplicação desse aditivo. De acordo com análise apresentada por Oliveira *et al.* (2007), a cal virgem microprocessada apresenta 94,1% de CaO em sua composição, o que determina elevação nos teores de Ca após aditivação.

Schmidt *et al.*<sup>1</sup> avaliaram a adição de 1% de CaO na ensilagem de resíduos de palmito pupunha e verificaram que a cal virgem elevou em 4,4 unidades percentuais (88%) o teor de cinzas na silagem, em relação ao controle, sendo o elemento cálcio o principal responsável pelo aumento dessa fração, que variou de 0,55% da MS (Controle) para 2,83% da MS (Cal).

O excesso de Ca verificado na silagem aditivada com cal virgem pode ser prejudicial aos animais, principalmente se associado a alimentos ricos nesse elemento, como a polpa cítrica peletizada. Miller (1970) afirma que dietas ricas em Ca deprimem a absorção de zinco e outros elementos, podendo levar a severas lesões na epiderme (paraqueratose) e desbalanço mineral.

Em ensaio de desempenho em confinamento, Mari (2008) forneceu rações contendo silagens de cana (40% da MS) sem aditivos, ou aditivadas com Cal Virgem, Calcário ou *Lactobacillus buchneri*, associadas a polpa cítrica peletizada, farelo de algodão, mistura mineral e uréia, para animais trícruzados com peso médio de 460 kg. Os dados calculados de ingestão de cálcio estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Consumo de MS e cálcio por bovinos confinados alimentados com silagens de cana-de-açúcar aditivadas com cal virgem ou calcário

|                          | Tratamentos |      |                   |                    |
|--------------------------|-------------|------|-------------------|--------------------|
|                          | Controle    | CaO  | CaCO <sub>3</sub> | <i>L. buchneri</i> |
| Consumo MS (kg/dia)      | 10,3        | 9,8  | 9,6               | 9,7                |
| % Ca nas silagens (% MS) | 0,37        | 2,28 | 1,42              | 0,37               |
| % Ca nas rações (% MS)   | 1,10        | 1,87 | 1,53              | 1,10               |
| Consumo Ca (g/dia)       | 113         | 183  | 146               | 107                |

Exigências preconizadas pelo NRC (1996) para esses animais - 34,7 a 41,8 g de Ca/dia

Fonte: calculado a partir dos dados de Mari (2008).

Embora o consumo de cálcio tenha sido bastante superior às exigências determinadas pelo NRC Gado de Corte (1996) para todos os tratamentos, principalmente em função

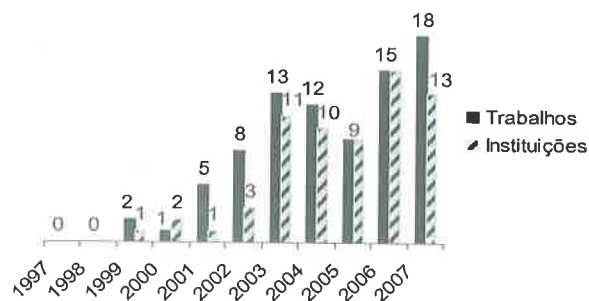
<sup>1</sup> SCHMIDT, P. *et al.* Perdas fermentativas e composição bromatológica de entrecasca de palmito pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) ensilada com aditivos químicos. Trabalho submetido à Revista Brasileira de Zootecnia.

da alta inclusão de polpa cítrica (49,5% da MS), a ração contendo o volumoso aditivado com cal virgem acarretou maior consumo desse elemento. Embora o autor não tenham citado quaisquer problemas decorrentes do uso dessas rações, atenção deve ser dada na formulação usando volumosos tratados com CaO, principalmente na alimentação de vacas leiteiras.

**Finalizando.** O uso da cal virgem ou hidratada como aditivo no tratamento da cana-de-açúcar deve ser avaliado considerando os benefícios logísticos e nutricionais, em relação ao custo de aplicação do produto. Novas pesquisas são exigidas para avaliar-se a magnitude do efeito hidrolítico sobre o consumo de animais, bem como efeitos do excesso de cálcio nas dietas.

#### 4 ADITIVOS NA ENSILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR

A utilização de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar tem sido tema constante nos principais encontros técnico-científicos dos últimos anos. No II SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, no ano de 2004, apresentamos dados demonstrando interesse crescente nas pesquisas sobre ensilagem da cana-de-açúcar (NUSSIO; SCHMIDT, 2004). A atualização desses dados está apresentada na Figura 2. Em sua quase totalidade, os trabalhos publicados avaliam algum tipo de aditivo associado ao processo de ensilagem. Contudo, muito ainda tem-se a esclarecer sobre a dinâmica fermentativa e o papel dos aditivos na conservação desse volumoso.



**Figura 2:** Número de trabalhos e Instituições envolvidas com ensilagem da cana-de-açúcar, publicados nos anais das Reuniões da Sociedade Brasileira de Zootecnia, entre os anos de 1997 e 2007

A ensilagem da cana-de-açúcar tem se consolidado como opção alternativa ao manejo tradicional da cana em capineira, principalmente em decorrência dos benefícios operacionais caracterizados pela opção ensilada. Embora não haja números disponíveis, a adoção da ensilagem da cana-de-açúcar tem sido crescente, principalmente em rebanhos de maior porte.

Os principais apelos à adoção dessa tecnologia são: concentração de atividades de colheita em um período curto, podendo essa ser terceirizada; redução de custos com transporte interno na fazenda e redução na necessidade diária de mão-de-obra. Ainda, o aumento na longevidade do talhão, devido à melhor execução das práticas agrônômicas de manejo (NUSSIO; SCHMIDT, 2004) é um benefício adicional que deve ser considerado.

O tema redução no consumo voluntário de MS e no valor nutritivo da cana-de-açúcar, em decorrência da ensilagem, já foi abordado em diversas oportunidades (NUSSIO *et al.*, 2003; NUSSIO; SCHMIDT, 2004; EVANGELISTA *et al.*, 2005; REIS *et al.*, 2005), sendo esse efeito causado, prioritariamente, pela típica fermentação alcoólica mediada por leveduras, conforme observado por Pedroso *et al.* (2005).

Em condições de fermentação não controlada (ausência de aditivos), o *pool* de carboidratos solúveis da cana-de-açúcar, notadamente a sacarose, é convertido em etanol, com perda estequiométrica de duas moléculas de CO<sub>2</sub> para cada molécula de glicose fermentada. Esse tipo de fermentação, característico dessa espécie forrageira, acarreta elevada perda de MS na forma de gases, não raramente superior a 30% da MS inicial, conforme verificado por diversos autores (PEDROSO, 2003; SIQUEIRA, 2005; SCHMIDT, 2006).

A experiência adquirida até o presente permite afirmar o uso de ADITIVOS controladores da atividade metabólica das leveduras como OBRIGATÓRIO na ensilagem da cana-de-açúcar. Contudo, o tipo e dosagem do aditivo "ideal" para ensilagem desse volumoso ainda permanece discutível, em virtude das variações mencionadas nos padrões de resposta verificados em diferentes ensaios.

**Principais aditivos.** Uma grande diversidade de aditivos tem sido testada na ensilagem da cana-de-açúcar, como forma de preservar o valor nutritivo do volumoso conservado.

Em muitos casos, a aplicação de determinado aditivo na cana baseia-se em resultados positivos verificados em silagens de outras culturas forrageiras. Também, a experiência e intuição de pesquisadores brasileiros, a disponibilidade e custo de produtos químicos usados como aditivos, e as parcerias com empresas produtoras de aditivos têm direcionado as pesquisas em busca de produtos capazes de impedir a fermentação alcoólica no interior do silo e garantir boa estabilidade aeróbia no pós-abertura.

Dentre os principais aditivos testados até o momento, podemos destacar os químicos uréia, hidróxido de sódio, benzoato de sódio e óxido de cálcio (cal virgem) e os microbianos, compostos por bactérias heteroláticas (principalmente *Lactobacillus buchneri*) e bactérias homoláticas (principalmente *L. plantarum*). Ainda, a associação de aditivos tem sido testada buscando-se obter complementaridade de efeitos.

A grande maioria dos ensaios avalia as respostas dos aditivos em relação à silagem não aditivada (controle). Contudo, ocorrem casos onde a silagem não aditivada se comporta de forma inesperada, com baixa atividade de leveduras e reduzidas perdas fermentativas, anulando possíveis resultados positivos da aditivação. Da mesma forma, fatores ligados à variedade da cana, maturidade, época de corte, clima, entre outros, atuam sobre a população de microrganismos epifíticos, influenciando a magnitude de resposta a determinado aditivo.

Na Tabela 4 estão apresentados dados de silagem de cana obtidos pela Equipe de Qualidade e Conservação de Forragens da ESALQ/USP. A análise conjunta dos ensaios realizados na mesma instituição permite visualizar a variabilidade nas respostas das silagens controle, em função de fatores não contemplados no delineamento dos experimentos. Em três dos experimentos de desempenho de bovinos em confinamento, a silagem controle proporcionou taxas de ganho de peso moderadas, sendo que em dois ensaios (PEDROSO, 2003; SCHMIDT, 2006) as silagens aditivadas acarretaram ganho de peso significativamente superior ao controle.

**Tabela 4:** Ensaios avaliando silagem de cana-de-açúcar sem aditivos (controle) versus a média das silagens aditivadas

| Autor                  | Mês/ano | Ganho de peso <sup>1</sup>        | Ganho de peso          |
|------------------------|---------|-----------------------------------|------------------------|
|                        |         | Controle<br>(kg/dia)              | Aditivadas<br>(kg/dia) |
| Pedroso (2003)         | Out/02  | 0,94                              | 1,14                   |
| Schmidt (2006)         | Out/02  | 0,82                              | 1,00                   |
| Mari (2008)            | Set/04  | 0,88                              | 0,88                   |
| Mari (2008)            | Set/05  | 1,16                              | 1,03                   |
| Autor                  | Mês/ano | Perda total de<br>MS <sup>2</sup> | Perda total de<br>MS   |
|                        |         | Controle (%)                      | Aditivadas (%)         |
| Pedroso (2003)         | Ago/01  | 18,2                              | 13,4                   |
| Pedroso (2003)         | Jul/02  | 6,1                               | 6,4                    |
| Junqueira (2006)       | Set/03  | 22,7                              | 16,2                   |
| Sousa (2006)           | Set/04  | 32,5                              | 27,9                   |
| Queiroz (2006)         | Jul/05  | 31,4                              | 29,2                   |
| Mari (2008)            | Set/05  | 6,7                               | 10,7                   |
| Santos (2007)          | Out/05  | 34,3                              | 23,9                   |
| Muñoz-Maldonado (2007) | Jul/06  | 15,7                              | 20,7                   |

1 Ganho de peso de bovinos confinados, sendo a silagem a única fonte de variação na ração

2 Perda total de matéria seca avaliada em silos experimentais

Contudo, em um dos ensaios desenvolvidos por Mari (2008), a ração contendo silagem controle proporcionou ganho de peso superior à média das silagens tratadas. Da mesma forma, em ensaios realizados em silos experimentais, sob as mesmas condições de execução, as perdas totais de MS na silagem sem aditivos variam entre valores bastante reduzidos (PEDROSO, 2003; MARI, 2008) a valores bastante elevados (SOUSA, 2006; QUEIROZ, 2006; SANTOS, 2007).

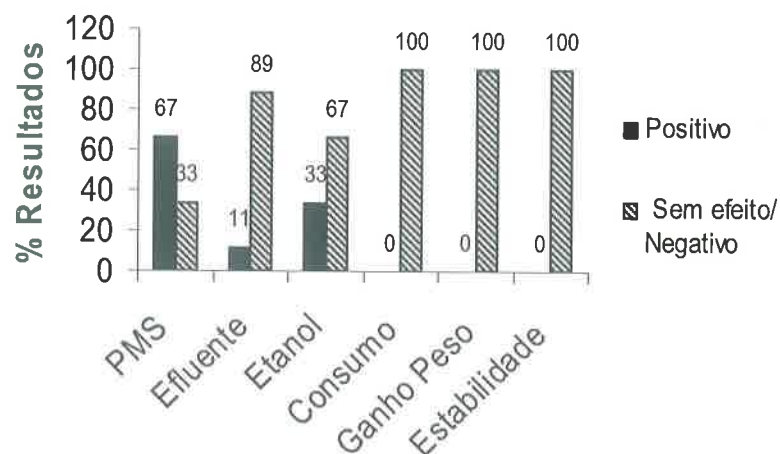
Conforme mencionado anteriormente, a interpretação dos resultados da aplicação de aditivos requer avaliação conjunta dos dados disponíveis para determinação de tendências de resposta, respeitando-se a variabilidade natural dos dados.

#### 4.1 URÉIA

A aplicação de uréia como aditivo na ensilagem da cana tem sido usual, em função de sua disponibilidade, solubilidade em água (facilidade de aplicação) e correção do

teor de PB da silagem. O princípio de inibição da população de leveduras com a adição de uréia está ligado à formação de amônia na reação de ureólise, sendo a amônia um forte inibidor de microrganismos, por mecanismos não totalmente entendidos (PALKOVA *et al.*, 1997).

As doses de uréia frequentemente utilizadas variam entre 0,5 e 1,0% da MV, embora haja trabalhos avaliando doses bem maiores, até 8,0% da MV (TAVO *et al.*, 2004). A maioria dos trabalhos foi realizada usando diluição da uréia em água, entre 30 e 40 litros por tonelada de MV. A sumarização dos principais resultados obtidos até o presente está apresentada na Figura 3. Trabalhos que avaliaram apenas a composição bromatológica e/ou pH das silagens, não foram incluídos.



**Figura 3:** Resultados de trabalhos publicados avaliando aplicação de Ureia na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Perda Total de MS (n=12); Produção de efluentes (n=8); Teor de etanol (n=9); Consumo de MS (n=5); Ganho de Peso em bovinos (n=2) e Estabilidade aeróbia das silagens (n=5)

Doze trabalhos avaliaram as perdas fermentativas de MS nas silagens de cana aditivadas com uréia. Em oito trabalhos verificou-se efeito positivo na redução das perdas, que em média foi de 5,9 unidades percentuais. A maior redução nas perdas decorrente da aplicação de uréia foi verificada por Pedroso (2003), de 18,6% na silagem controle para 7,6% na

silagem com 1% de uréia na MV. Contudo, apenas esse autor, em outro ensaio, verificou efeito negativo da dose de 0,5% de uréia na MV, elevando as perdas de 6,8 para 12,6% da MS.

Siqueira *et al.* (2007a) verificou redução na produção de efluente com uso de uréia, de 76,2 (controle) para 56,5 kg/t MV (uréia 1,5% da MV). Em cinco dos oito trabalhos avaliados não se verificou efeito e em dois ensaios a uréia elevou as perdas por efluentes, de 15,1 para 32,2 kg/t MV e de 7,0 para 23,6 kg/t MV (Pedroso, 2003).

O teor de etanol nas silagens foi avaliado em nove ensaios, sendo que em apenas três a adição de uréia foi efetiva em reduzir a produção desse componente, não apresentando efeito nos demais.

Cinco trabalhos avaliaram o consumo de MS por ruminantes e dois avaliaram o ganho de peso de novilhas (Pedroso, 2003; Junqueira, 2006). Em nenhum destes houve efeito da adição de uréia sobre essas variáveis, em relação à silagem controle. Da mesma forma, dos cinco trabalhos que avaliaram estabilidade aeróbia das silagens aditivadas, em nenhum a uréia foi efetiva em melhorar essa variável.

**Discussão.** Nos trabalhos que avaliaram níveis de inclusão de uréia na ensilagem da cana (PEDROSO, 2003; SIQUEIRA *et al.*, 2004; ROTH *et al.*, 2005, JUNQUEIRA, 2006) não se percebe benefício em utilizar níveis superiores à 1%, sobre as variáveis de perda de MS ou teor de etanol. Conforme discutido por Nussio *et al.* (2006), o teor médio de nitrogênio amoniacal nas silagens aditivadas com uréia é baixo, indicando reduzida conversão de uréia à amônia, o que limita a eficiência no uso desse aditivo.

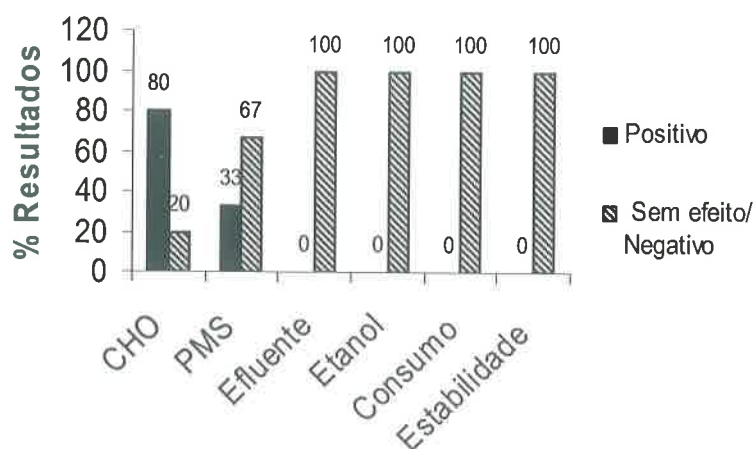
A tendência de elevação na produção de efluentes em decorrência da aplicação de uréia citada por Nussio *et al.* (2003) não se confirma com os dados disponíveis até o momento, com exceção dos trabalhos onde o efluente na silagem controle mostrou-se bastante reduzido.

Os benefícios da facilidade de obtenção e uso, e incremento no teor protéico da silagem devem ser avaliados em relação à moderada segurança na prevenção das perdas fermentativas e perdas no painel do silo.

## 4.2 BENZOATO DE SÓDIO

A dissociação do sal benzoato de sódio durante a ensilagem da cana-de-açúcar produz ácido benzóico, um agente antimicrobiano com ação inibidora sobre leveduras e mofo (WOOLFORD, 1975). O ácido benzóico é permeável às membranas celulares das leveduras, facilitando a entrada de prótons na célula, o que leva a redução no pH interno em mais de uma unidade e induz gasto de energia da levedura para regular o pH (KREBS *et al.*, 1983).

A aplicação de benzoato de sódio foi avaliada em seis ensaios experimentais com cana-de-açúcar, em doses variando entre 0,05 e 0,2% da MV, sendo que em cinco desses ensaios a dose utilizada foi de 0,1%. Estimativas de custo de aditivação realizadas por Nussio e Schmidt (2004) indicam que doses acima de 0,1% podem ser economicamente inviáveis. Em todos os ensaios o produto foi aplicado diluído em água, em dosagens que variaram de 4,5 a 15 litros por tonelada de MV.



**Figura 4:** Resultados de trabalhos publicados avaliando aplicação de Benzoato de sódio na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Teor de carboidratos solúveis (n=5); Perda total de MS (n=6); Produção de efluentes (n=4); Teor de etanol (n=6); Consumo de MS (n=2) e Estabilidade aeróbia das silagens (n=2).

Em quatro dos cinco trabalhos que avaliaram o teor de carboidratos solúveis (CHO) nas silagens, essa fração foi maior com a aplicação de benzoato de sódio. Avaliando aditivos químicos e microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar, Schmidt (2006) observou que o benzoato de sódio foi o aditivo mais eficiente em preservar a fração CHO das silagens, em relação à cana original.

A perda total de MS foi avaliada em seis trabalhos, apresentando dois resultados positivos, um resultado negativo e em três trabalhos onde não foi verificado efeito. No trabalho de Siqueira *et al.* (2007a), a adição de benzoato de sódio reduziu em 7,3 unidades percentuais a perda de MS. Em dois dos quatro ensaios que avaliaram a produção de efluente, essa variável foi elevada pela adição de benzoato de sódio e em dois não houve efeito. Contudo, a magnitude de variação foi pequena, não sendo preocupante para nenhum dos ensaios.

Seis ensaios avaliaram o teor de etanol das silagens aditivadas com benzoato de sódio, e em nenhum deles essa variável foi afetada pelo aditivo. Contudo, em dois ensaios a ensilagem foi realizada em silos de grande porte, o que acarreta baixa detecção do etanol produzido, conforme evidenciado por Schmidt (2006). Da mesma forma, não se verificou efeito positivo da adição de benzoato nos dois ensaios que avaliaram estabilidade aeróbia das silagens.

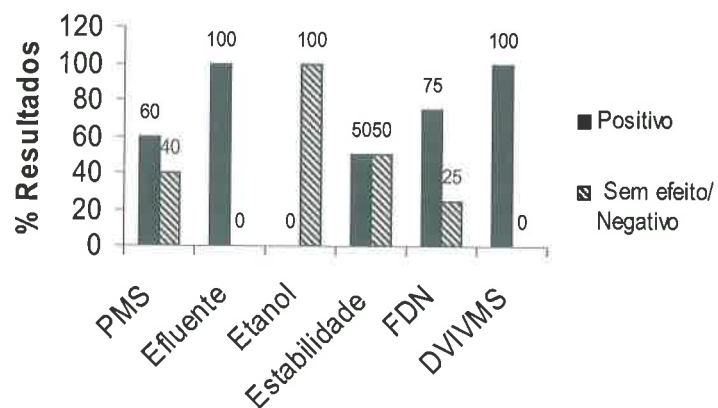
Dois ensaios avaliaram o consumo de MS por bovinos e um avaliou o ganho de peso de novilhas, alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. Em nenhum dos ensaios houve diferença estatística devida ao benzoato de sódio sobre essas variáveis, embora o ganho de peso médio diário das novilhas no ensaio de Pedroso *et al.* (2006) tenha sido 200 gramas superior para as silagens aditivadas com benzoato em relação ao controle.

**Discussão.** O número de trabalhos que avaliaram o benzoato de sódio na ensilagem da cana é pequeno, impossibilitando maiores interpretações. Apenas um ensaio avaliou desempenho de bovinos, obtendo resultado bastante satisfatório. Nos ensaios em que não houve efeito desse aditivo sobre as perdas de MS, nenhum dos outros aditivos testados também foi eficiente, devido ao reduzido nível de perdas na silagem controle.

Por hora, o uso do benzoato de sódio como aditivo permanece restrito à pesquisa, em virtude da dificuldade de obtenção e carência de resultados mais conclusivos.

#### 4.3 HIDRÓXIDO DE SÓDIO

Poucos trabalhos avaliaram o uso do hidróxido de sódio (NaOH) como aditivo na ensilagem da cana, baseados nos resultados positivos desse produto no tratamento hidrolítico da cana fresca. Os ensaios de ensilagem realizados usaram doses variando entre 0,25 e 4% da MV, de produto comercial com concentrações de 33, 40 ou 50%. Os principais resultados obtidos estão apresentados na Figura 5.



**Figura 5:** Resultados de trabalhos publicados avaliando aplicação de Hidróxido de sódio na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Perda total de MS (n=5); Produção de efluentes (n=3); Teor de etanol (n=2); Estabilidade aeróbia das silagens (n=2); Teor de FDN (n=4) e Digestibilidade *in vitro* da MS (n=3)

O uso do NaOH na ensilagem foi efetivo em reduzir as perdas de MS em três dos cinco ensaios que avaliaram essa variável, sendo que em um dos restantes houve tendência numérica de redução nas perdas. Em média essa variável foi reduzida em 7,1 unidades percentuais. Da mesma forma verificou-se redução na produção de efluentes nos três ensaios que avaliaram essa variável, com destaque ao trabalho de

Siqueira *et al.* (2007a) que verificou redução de 76,2 (controle) para 3,2 kg/t MV (NaOH 1%).

Apenas dois trabalhos mediram o teor de etanol das silagens, sem verificar efeito significativo da adição de NaOH, embora Andrade *et al.* (2003) cite que houve tendência de redução com incremento na dose de hidróxido de sódio.

A avaliação da estabilidade aeróbia das silagens mostrou efeitos antagônicos, com forte incremento nessa medida observado por Pedroso (2003) e tendência de redução na estabilidade citada por Siqueira *et al.* (2007a), em decorrência da aditivização.

Resultados bastante consistentes foram evidenciados para o teor de FDN e a Digestibilidade *in vitro* da MS, com efeito marcante do NaOH na redução dessas variáveis. Em média a FDN foi reduzida em 6,0 unidades percentuais e a DIVMS foi elevada em 15,6 unidades percentuais.

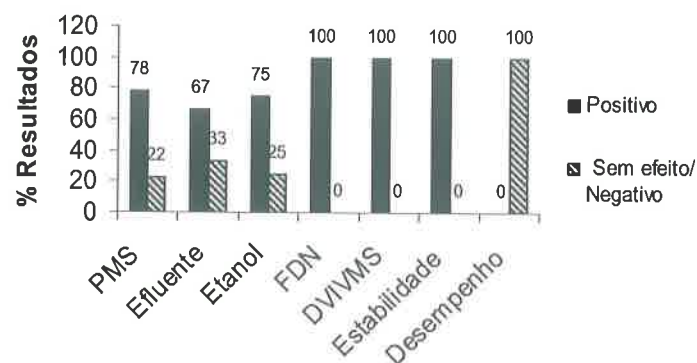
**Discussão.** Poucos trabalhos avaliaram a adição de NaOH na ensilagem da cana, resultando em valor "n" bastante limitado. Da mesma forma, não se encontrou na literatura ensaios com animais utilizando silagens de cana com esse aditivo. Contudo, bons resultados parecem ser obtidos com dosagens medianas, em torno de 1% da MV.

Embora as poucas informações, aparentemente demonstrem viabilidade técnica no emprego do NaOH, há pouco interesse em novos estudos com esse aditivo, por parte de pesquisadores, devido às limitações de segurança e econômicas, conforme citado anteriormente.

#### 4.4 ÓXIDO DE CÁLCIO

O uso do óxido de cálcio (cal virgem) como aditivo para a ensilagem da cana-de-açúcar é uma tecnologia nova e em expansão. Os primeiros trabalhos encontrados sobre o tema foram publicados recentemente (OLIVEIRA *et al.*, 2004; BALIERO NETO *et al.*, 2005) e despertaram interesse da comunidade científica em virtude dos resultados apresentados. As vantagens de uso da cal virgem como aditivo estão ligadas ao baixo custo desse produto, à efetividade em reduzir perdas fermentativas e a possibilidade de hidrólise da fração fibrosa.

As dosagens testadas nos ensaios variam entre 0,5 e 2,0% da MV, aplicadas como pó seco ou diluídas em água (20 a 40 L/t MV). A sumarização dos principais resultados obtidos está representada na Figura 6.



**Figura 6:** Resultados de trabalhos publicados avaliando aplicação de Óxido de cálcio na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Perda total de MS (n=9); Produção de efluentes (n=6); Teor de etanol (n=4); Teor de FDN (n=6); Digestibilidade in vitro da MS (n=5); Estabilidade aeróbia das silagens (n=5) e Desempenho de ruminantes (n=3)

A aplicação de cal virgem na ensilagem reduziu as perdas fermentativas de MS em sete dos nove ensaios avaliados. Em média houve redução de 12,8 unidades percentuais nos valores das perdas totais de MS, com destaque aos dados obtidos por Roth et al. (2006), que verificaram redução nas perdas, de 38,7 (controle) para 19,3% da MS (CaO 1%). Apenas Mari (2008) verificou elevação nas perdas de MS, em 2,5 unidades percentuais.

A produção de efluentes nas silagens foi reduzida em quatro dos seis ensaios, sendo a redução média de 14,8 kg/t MV. Cavali et al. (2006) testaram as doses 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de CaO e verificaram efeito linear de dose na redução da produção de efluentes.

Em três ensaios a adição de cal virgem foi eficiente em reduzir a produção de etanol na silagem (redução média de 2,8 unidades percentuais) e apenas Mari (2008), trabalhando com silos de grande escala, não verificou efeito da cal nessa variável.

A atividade hidrolítica da cal virgem sobre a fração fibrosa, durante a ensilagem da cana, ficou muito bem caracterizada nos seis ensaios que avaliaram teor de FDN e nos cinco que avaliaram digestibilidade in vitro da MS nas silagens. Em todos os trabalhos, o teor de FDN foi reduzido mediante ação da cal, sendo que, em média, as silagens aditivadas apresentaram 12,0 unidades percentuais a menos na fração FDN. Resultado semelhante foi verificado para a DVIVMS, com incremento médio de 13,7 unidades percentuais decorrente da aplicação da cal. Em média, os valores de DVIVMS para as silagens controle e aditivada com CaO foram de 52,1 e 65,7%, respectivamente.

Resultados muito positivos foram obtidos em todos experimentos que avaliaram a estabilidade aeróbia das silagens aditivadas, que, em média, retardaram o aquecimento em 77 horas, em relação às silagens sem aditivos. Santos (2007) verificou efeito de dosagem sobre essa variável, com tempos de 40, 131 e 240 horas para elevação da temperatura em 2 °C, nas silagens dos tratamentos controle; 1,0 e 1,5% de CaO, respectivamente.

Apenas três experimentos com animais avaliaram a silagem de cana aditivada com CaO. Amaral (2007) não observou efeito da silagem sobre o consumo de MS, em cabras lactantes ou ovelhas. Da mesma forma, Mari (2008) não observou efeito da adição de cal na ensilagem sobre o consumo de MS por bovinos de corte. Ainda, a ração contendo a silagem com 1% de CaO proporcionou menor ganho de peso (0,97 kg/dia) que a ração contendo a silagem controle (1,16 kg/dia).

**Discussão.** O óxido de cálcio como aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar tem sido usado em larga escala em propriedades pecuárias, com resultados bastante satisfatórios.

Embora algumas variáveis apontem efeito linear de dosagem do aditivo (FDN, DVIVMS, efluentes), os melhores resultados parecem se concentrar na dose de 1% da MV. Vale lembrar que níveis maiores do aditivo implicam em elevação no teor de cálcio das dietas, chegando a níveis críticos.

A elevação no teor de cinzas nas silagens aditivadas com CaO é marcante. Santos (2007) verificou valores de cinzas de 1,75; 6,09 e 7,29% da MS, para as silagens controle, 1,0 e 1,5% de CaO, respectivamente. Dessa forma, a recomendação

prática de níveis de cal virgem superiores a 1% deve ser cautelosa. Em relação à forma de aplicação, os dados de Mari (2008) sugerem maior efetividade da cal diluída em água (40 L/t MV), em relação à cal aplicada na forma seca.

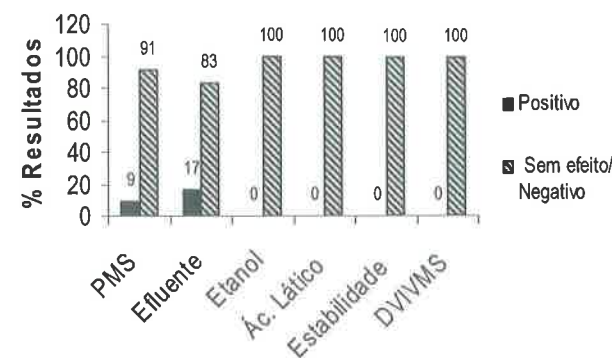
Os resultados das pesquisas, até o momento, têm sido bastante positivos, com redução marcante nas perdas de MS, produção de efluente e teor de etanol, além do incremento marcante em estabilidade aeróbia e DVIVMS. Contudo, maior número de experimentos, inclusive com animais, é necessário para confirmar se o benefício assistido na composição química do volumoso se traduz em incremento no desempenho, fato esse não observado por Mari (2008).

#### 4.5 LACTOBACILLUS PLANTARUM

A bactéria *Lactobacillus plantarum* (LP) é a principal representante do grupo das bactérias ácido-láticas (BAL) ou homoláticas, microrganismos tradicionalmente usados como estimulantes da fermentação na ensilagem de gramíneas anuais, leguminosas e gramíneas tropicais, e que se caracterizam pela elevada produção de ácido lático (MUCK; KUNG JR., 1997). A maioria dos trabalhos que avaliou adição desses microrganismos na ensilagem da cana-de-açúcar aplicou a dosagem recomendada pelo fabricante que, em geral, situa-se entre  $5 \times 10^5$  e  $1 \times 10^6$  UFC/g MV. Os principais resultados obtidos até o momento estão sumarizados na Figura 7.

Em onze trabalhos que avaliaram perdas de MS durante a ensilagem da cana, apenas um apresentou redução, de 5,6 unidades percentuais (TAVO *et al.*, 2004), devida à inoculação com LP. Em dez trabalhos observou-se valores numéricos mais elevados para perda total de MS nas silagens inoculadas, em relação à silagem controle.

Da mesma forma, apenas um (PEDROSO, 2003) dos seis trabalhos que avaliaram produção de efluentes nas silagens verificou efeito benéfico desse aditivo.



**Figura 7:** Resultados de trabalhos publicados avaliando inoculação com *Lactobacillus plantarum* na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Perda total de MS (n=11); Produção de efluentes (n=6); Teor de etanol (n=8); Teor de ácido lático (n=5); Estabilidade aeróbia das silagens (n=5) e Digestibilidade *in vitro* da MS (n=10)

Dos oito trabalhos que avaliaram teor de etanol nas silagens, cinco não apresentaram efeito da inoculação com LP, e em três o aditivo elevou o teor de etanol nas silagens (% da MS), em relação ao controle (PEDROSO, 2003; CASTRO NETO, 2003; PEDROSO *et al.*, 2007).

O teor de ácido lático da silagem não foi elevado pela adição de LP em nenhum dos cinco ensaios que avaliaram esse componente, embora Castro Neto (2003), Freitas *et al.* (2006a) e Muñoz-Maldonado (2007) tenham observado pequena elevação numérica nessa variável.

Em cinco ensaios que avaliaram estabilidade aeróbia das silagens, quatro não apresentaram efeito significativo do aditivo, e um ensaio verificou redução na estabilidade (PEDROSO, 2003) mediante inoculação com LP.

A análise de digestibilidade *in vitro* da MS das silagens inoculadas com LP foi realizada em dez ensaios, sendo que em oito não houve efeito significativo de tratamento, e em dois a inoculação com LP reduziu a DVIVMS. Os valores médios observados de digestibilidade foram de 46,4% da MS para as silagens sem aditivos, e 45,8% da MS para as silagens aditivadas com LP.

**Discussão.** A análise dos trabalhos realizados deixa evidente a ineficiência das bactérias ácido-láticas em alterar o

padrão fermentativo da cana-de-açúcar. Os resultados negativos obtidos, provavelmente, devem-se ao fato de leveduras não serem inibidas eficientemente pelo ácido lático (MOON, 1983; DANNER, 2003) e usarem esse ácido como substrato para produção de etanol (McDONALD *et al.*, 1991), podendo assim estimular as perdas fermentativas de MS.

Apenas um ensaio (FREITAS *et al.*, 2006b) avaliou níveis de inclusão acima do recomendado pelo fabricante, sem verificar efeito da elevação em 20 e 40% na dosagem, sobre as variáveis avaliadas.

Em recente trabalho, Muñoz-Maldonado (2007) investigou em detalhes a ação de diferentes aditivos contendo BAL (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Propionibacterium acidilactici*), associados ou não ao benzoato de sódio, e concluiu que os microrganismos adicionados não exerceram efeito positivo sobre nenhum dos parâmetros avaliados na fermentação e estabilidade aeróbia da silagem de cana.

A ausência de resposta no teor de ácido lático das silagens inoculadas com LP, em todos os ensaios realizados, pode estar relacionada ao desenvolvimento rápido dos microrganismos epifíticos da cana-de-açúcar, em virtude do alto teor de açúcares solúveis desse volumoso. Dados de Pedroso (2003) mostram estabilização do pH de silagens sem aditivos no terceiro dia após a ensilagem, e corroboram a afirmativa de que, em silagens de cana-de-açúcar, o valor de pH não é indicativo de qualidade fermentativa (SCHMIDT, 2006). Da mesma forma, os valores detectados nas análises de laboratório apontam apenas o teor pontual de ácido lático no momento da colheita de amostras, não considerando que parte do ácido lático produzido pode ter sido metabolizado por outros microrganismos.

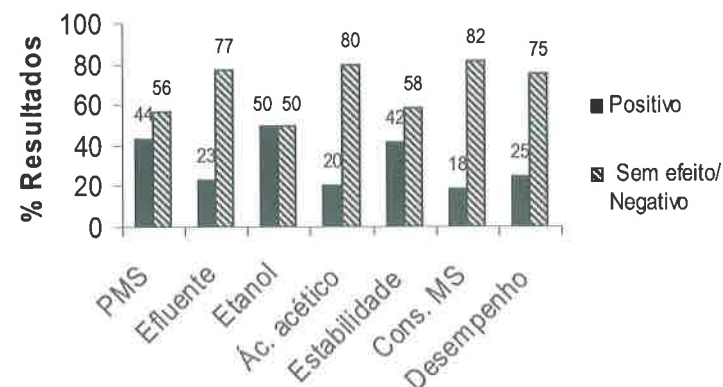
Assim como mencionado para outros aditivos, não foram encontrados na literatura ensaios de desempenho de animais, usando silagens de cana inoculadas com LB. Embora muito comum, o uso de aditivos contendo BAL para ensilagem da cana-de-açúcar em propriedades pecuárias está ligado ao oportunismo comercial e desconhecimento técnico da ineficiência verificada para esse produto.

#### 4.6 LACTOBACILLUS BUCHNERI

A bactéria *L. buchneri* (LB) é representante do grupo das bactérias heteroláticas, microrganismos que produzem quantidades significativas de outros ácidos orgânicos, como o acético e o propiônico, além do ácido lático.

Moon (1983) afirma que o ácido acético é reconhecidamente um agente inibidor do crescimento de leveduras, e segundo Danner *et al.* (2003), o efeito antimicrobiano de um ácido orgânico depende de seu pKa e do pH do meio. O ácido lático tem pKa menor que o ácido acético e por isso é um ácido mais forte. Contudo, na faixa de pH normalmente encontrada nas silagens, o ácido acético se encontra menos dissociado que o ácido lático, o que permite a ele penetrar a membrana plasmática das leveduras, inativando-as.

A inoculação com LB na cana-de-açúcar ensilada foi inicialmente proposta (NUSSIO *et al.*, 2003) baseando-se em resultados positivos de controle de populações de leveduras em silagens de milho (DRIEHUIS *et al.*, 1999). Na Figura 8 estão expressos os principais resultados de trabalhos avaliando esse aditivo em cana-de-açúcar.



**Figura 8:** Resultados de trabalhos publicados avaliando inoculação com *Lactobacillus buchneri* na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Perda total de MS (n=16); Produção de efluentes (n=13); Teor de etanol (n=16); Teor de ácido acético (n=10); Estabilidade aeróbia das silagens (n=12); Consumo de MS por ruminantes (n=11) e Desempenho de ruminantes (n=8)

De 25 experimentos avaliados, 21 utilizaram a dosagem de LB recomendada pelo fabricante, de  $5 \times 10^4$  UFC/g MV. Apenas os ensaios iniciais de Pedroso (2003) e Schmidt (2006) trabalharam com a dosagem de  $3,6 \times 10^5$  UFC/g MV.

Dos 16 ensaios que avaliaram as perdas fermentativas de MS, a inoculação com LB foi capaz de reduzi-las em sete. Em oito ensaios não foi verificado efeito de tratamento, e Mari (2008) observou elevação nas perdas de MS, de 6,7% (controle) para 11,3% na silagem inoculada com LB. Em média, os valores de perda fermentativa de MS foram de  $29,2\% \pm 11,4$  para a silagem sem aditivos e  $24,8\% \pm 12,9$  para a silagem aditivada com LB.

A produção de efluentes em silos experimentais foi avaliada em 13 ensaios, não apresentando efeito de tratamentos em 10. Os valores observados variaram de 6,0 (MARI, 2008) a 95,9 L/t MV (SIQUEIRA, 2005) sem, contudo, se mostrarem críticos ou excessivos. As silagens inoculadas com LB apresentaram produção média de  $40,5 \pm 22,5$  L/t MV.

O teor de etanol foi reduzido pela inoculação com LB em oito dos 16 ensaios que avaliaram esse componente. Em média, a inoculação com LB reduziu 1,2 unidade percentual no teor de etanol, em relação à silagem controle, que apresentou teor médio de 7,2% da MS.

Apenas dois ensaios (MENDES, 2006; PEDROSO *et al.*, 2007) entre 10 verificaram elevação significativa no teor de ácido acético das silagens inoculadas com LB, em relação ao controle. Os teores médios desse ácido para as silagens não aditivada e inoculada com LB foram de 3,34 e 4,02% da MS, respectivamente.

A estabilidade em aerobiose das silagens inoculadas com *L. buchneri* foi avaliada em 12 trabalhos. Desses, a bactéria foi efetiva em elevar significativamente a estabilidade em cinco, e em outros quatro trabalhos houve tendência numérica de elevação. O tempo médio para elevação na temperatura das silagens em  $2^\circ\text{C}$  foi de  $50 \pm 17$  horas e de  $67 \pm 25$  horas, para as silagens controle e inoculadas com LB, respectivamente. Para as silagens inoculadas, o maior tempo de estabilidade foi 106 horas, verificado por Mari (2008) e o menor foi de 35 horas (SANTOS, 2007).

Oito autores realizaram ensaios com animais, avaliando metabolismo, produção de leite e ganho de peso. Onze trabalhos avaliaram o consumo de MS, por cabras (MENDES, 2006), cordeiros (GENTIL, 2006), novilhas leiteiras (PEDROSO, 2003; JUNQUEIRA, 2006), vacas em lactação (QUEIROZ, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2007) e bovinos de corte (SCHMIDT, 2006; MARI, 2008). Nove ensaios não verificaram efeito do tipo de silagem sobre o consumo voluntário, e a inoculação com LB foi efetiva em elevar essa variável apenas nos trabalhos de Queiroz (2006) e Junqueira (2006). Em ambos trabalhos a comparação foi feita às demais silagens aditivadas, por não avaliarem silagem sem aditivos.

O desempenho produtivo de animais consumindo rações contendo silagem de cana inoculada com *L. buchneri* foi avaliado em oito ensaios. Apenas dois ensaios iniciais verificaram efeito positivo da inoculação. Pedroso (2003) observou incremento de 0,3 kg no ganho de peso diário de novilhas holandesas, em relação à silagem controle ( $0,94 \times 1,24$  kg/dia). Da mesma forma, Schmidt (2006) observou elevação de 0,18 kg/dia no ganho de peso de bovinos Nelore e Canchim, decorrentes da inoculação com LB na ensilagem.

**Discussão.** A bactéria *Lactobacillus buchneri* é o inoculante para cana-de-açúcar com o maior número de informações disponíveis, provavelmente em virtude dos bons resultados obtidos nas pesquisas iniciais (PEDROSO, 2003; SCHMIDT, 2006). Contudo, os ensaios de desempenho de animais realizados posteriormente não confirmaram esses resultados, por razões que permanecem incógnitas.

A variabilidade no padrão de resposta desse inoculante parece ser superior à assistida para outros aditivos. Possivelmente, esse efeito ocorra por tratar-se de microrganismos vivos, que dependem de grande número de fatores para um ótimo desenvolvimento. Vale lembrar que o coeficiente de variação elevado dentro de um mesmo ensaio reduz a possibilidade de um aditivo mostrar diferenças significativas, em relação à outro. Esse efeito é bem marcante para a variável "estabilidade aeróbia".

Trabalhos recentes (SIQUEIRA *et al.*, 2007b) têm demonstrado diferenças no padrão de resposta ao aditivo, em função do uso de fogo na colheita da cana. Esses autores verificaram que silagens de cana queimada apresentam

valores superiores de perdas por efluente e gases, e que a inoculação com LB pode atuar de forma mais efetiva nessas silagens "críticas", em relação à silagem de cana colhida sem uso de fogo no canavial.

Novas investigações, inclusive sobre os fatores determinantes da alta variabilidade nas respostas da silagem de cana à inoculação com LB, são necessárias para confirmar o potencial de controle da fermentação etanólica e incremento em valor nutritivo das silagens, demonstrados em alguns ensaios.

## 5 ASSOCIAÇÃO DE ADITIVOS

Diversos autores têm buscado potencializar benefícios da aditivação em silagens de cana-de-açúcar, associando produtos com possíveis efeitos sinérgicos. Da mesma forma, aditivos comerciais contendo diferentes cepas bacterianas, associadas a enzimas ou produtos químicos têm buscado minimizar perdas e elevar a eficiência fermentativa em silagens.

Siqueira (2005) avaliou a associação de aditivos químicos (uréia, benzoato de sódio e NaOH) e microbianos (BAL e *L. buchneri*) na ensilagem da cana-de-açúcar e verificou que a aditivação conjunta com LB melhorou a eficiência dos aditivos químicos.

A associação de *L. buchneri* e cal virgem foi avaliada por Roth *et al.* (2007) que verificaram resultados positivos para as variáveis recuperação de MS, perda por gases e perda por efluentes mediante adição de cal virgem (1% da MV), independente da inoculação ou não com LB.

Da mesma forma, Muñoz-Maldonado (2007) avaliou a associação de dois aditivos microbianos baseados em BAL com benzoato de sódio, na ensilagem da cana, sem verificar qualquer efeito positivo da inoculação com microrganismos, exclusivos ou associados ao benzoato.

Embora tecnicamente interessantes, os efeitos da associação de diferentes aditivos não são necessariamente complementares, podendo elevar a variabilidade nos padrões de resposta e dificultar ainda mais a compreensão dos resultados obtidos. Não obstante, a utilização de dois aditivos

associados implica em elevação nos custos e demandas logísticas dentro da propriedade rural, o que limita sua adoção em termos práticos.

## 6 IMPLICAÇÕES

Avaliando os dados conjuntamente, as respostas ao uso de aditivos na ensilagem não são muito consistentes. Outros autores fizeram essa observação (MUCK; KUNG JR., 1997), principalmente quando se analisa o componente animal (KUNG JR.; MUCK, 1997).

A escolha de um aditivo deve ser realizada analisando o custo total de aplicação do produto e o benefício potencial em valor nutritivo e redução de perdas. Dados disponíveis até o momento indicam a cal virgem como opção segura de aditivo para ensilagem da cana-de-açúcar, embora o número de informações técnicas disponíveis ainda seja pequeno.

Novas pesquisas são necessárias, avaliando além do padrão de fermentação e das perdas inerentes ao processo de ensilagem, o mecanismo de ação dos aditivos e variáveis de resposta em animais.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALVES, J.B.; GODOY, M.M.; BERGAMASCHINE, A.F. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada e *in natura*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba:SBZ, CD ROM, 2001.
- AMARAL, R. C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. 165 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- 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, 2003. CD-ROM.
- AZEVEDO, S.T.; PEREIRA, M.L.A.; SIGNORETTI, R.D. et al. Consumo e produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com e sem aditivo bacteriano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., Jaboticabal, 2007. **Anais...** Jaboticabal:SBZ, 2007. CD-ROM.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R. et al. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv IAC 86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. 1. ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p. 922-966.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.269-275, 2007.

CASTRO NETO, A. G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O. et al. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006a. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM)

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.

DOMINGUES, F.N; OLIVEIRA, M.D.S. de; SIQUEIRA, G.R. et al. Efeito dos níveis de cal (CaO) microprocessada e do tempo após o tratamento sobre a estabilidade aeróbia e dinâmica de microrganismos da cana-de-açúcar *in natura*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006b. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM)

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOESLTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensiling of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 87, p. 583-594, 1999

EVANGELISTA, A.R.; AMARAL, P.N.C.; ANDRADE, A.C. A experiência da Universidade Federal de Lavras com a ensilagem da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR, 1., São Carlos, 2005. **Anais...** São Carlos: Embrapa, 2005. p.51-66.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. Processamento da cana-de-açúcar: efeito sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.15, p.1704-1719, 2005.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C. de; PEREIRA, J.C. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006a.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006b.

GENTIL, R. S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabas em início de lactação**. 2006. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ÍTAVO, L.C.V.; BATISTA, C.E.T.; ÍTAVO, C.C.B.F. et al. Parâmetros fermentativos e composição química de silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetidas a diferentes aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande:SBZ, 2004. (CD-ROM)

JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KLOPFENSTEIN, T. Chemical treatment of crop residues. **Journal of Animal Science**, v.46, n.3, p.841-849, 1978.

KREBS, H.A.; WIGGINS, D.; STUBS, M. et al. Studies on the mechanism of the antifungal action of benzoate. **Journal of Biochemistry**, v.214, p. 657-663, 1983.

KUNG Jr., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem - efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE SILAGEM DE MILHO, 2., Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 53-74.

KUNG Jr., L.; MUCK, R. Animal responses to silage additive. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK. 1997. **Proceedings...** Hershey: NRAES-99, 1997. p. 200-210.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I. et al. Meta-análise em pesquisas científicas – enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, supl. especial, p.101-119, 2007.

MARI, L. J. **Desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada e o padrão de fermentação e a estabilidade aeróbia das silagens aditivadas**. Piracicaba, 2008. 315p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2008.

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

MENDES, C. Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MILLER, W.J. Zinc nutrition of cattle: a review. **Journal of Dairy Science**, v.53, n.8, p.1123-1135, 1970.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, p.453-460, 1983.

MUCK, R.; KUNG Jr., L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK. 1997. **Proceedings...** Hershey: NRAES-99, 1997. p. 187-199.

MUÑOZ-MALDONADO, J.G. **Associação de aditivos químicos e microbianos no controle da fermentação e estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy of Sciences, 1996. 242 p.

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/CCA/DZO, 2004. p.1-33.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE PASTAGENS, 20., Piracicaba, 2003. **Anais...** FEALQ: USP/ESALQ, 2003, p. 100-150.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A. L.; MARI, L. J. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa, UFV, 2006. p.277-328.

OLIVEIRA, M.W.; MENDES, L.C.; MARQUES, W.P. *et al.* Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO

NACIONAL DE ZOOTECNIA, 9., 2004. Brasília. **Anais...** Brasília: ZOOTEC, 2004. 1 CD-ROM

OLIVEIRA, M. D. S. de; SHINODA, J.; BODRICK, R. *et al.* Efeito da hidrólise com cal (hidróxido de cálcio) sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM)

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.

PALKOVA, Z.; JANDEROVA, B.; GABRIEL, J. *et al.* Ammonia mediates communication between yeast colonies. **Nature**, v.390, p.532-536, 1997.

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.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. *et al.* Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI JUNIOR, W. *et al.* Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.649-654, 2006.

QUEIROZ, O. C. M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 120p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F. Experiência da Unesp/Jaboticabal na ensilagem da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR, 1., São Carlos, 2005. **Anais...** São Carlos: Embrapa, 2005. p.27-50.

RODRIGUEZ, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.A.R. *et al.* Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. *et al.* Cana-de-açúcar ensilada com aditivos em diferentes tempos após a queima. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. *et al.* Ensilagem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tratada com doses de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

ROTH, M. de T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. *et al.* *Lactobacillus buchneri*, cal microprocessada e sua associação na ensilagem de cana-de-açúcar crua ou queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JUNIOR, J.C.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R.; MOSER, L.E. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p. 828-868.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar in natura e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

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: SINLEITE, 2004. p.57-109.

SIQUEIRA, G. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e microbianos**. 2005. 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2005.

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, 2004. CD-ROM.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. *et al.* Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2000-2009, 2007a.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. *et al.* Perfil de fermentação de silagens de cana-de-açúcar crua ou queimada e tratada ou não com *L. buchneri* (Cepa NCIMB 40788). In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007b. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

SOUSA, D. P. **Avaliação de aditivos químicos e microbianos como inibidores da síntese de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2006. 146p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

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

WEISS, B. When to consider silages additives. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE. 1996. **Proceedings...** Fort Wayne. 1996. p.125-138.

WOOLFORD, M. K. Microbial screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potencial silage additives. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.26, p.229-237, 1975.

# **ESTRATÉGIAS PARA O USO DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA ASSOCIADOS ÀS SILAGENS**

**Luís Carlos Vinhas Ítavo<sup>1</sup>**  
**Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo<sup>2</sup>**

1 - Zootecnista, D.Sc., Professor da Universidade Católica Dom Bosco -  
UCDB. Av. Tamandaré, 6000. CEP 79117-900. Campo Grande, MS.  
Bolsista do CNPq  
itavo@ucdb.br

2- Zootecnista, M.Sc., Professora Assistente da Faculdade de Medicina  
Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do  
Sul. FAMEZ/UFMS. Campo Grande, MS  
camilaitavo@nin.ufms.br

## **1 INTRODUÇÃO**

A baixa produção de forragens no Brasil Central, durante o período seco, aliada a freqüente variação nos preços dos grãos de cereais e suplementos protéicos, têm sido responsáveis por reduzidos índices de produtividade do rebanho bovino. Com objetivo de amenizar problemas causados pela escassez de forragens no período da seca, como também reduzir custos com alimentação de bovinos, diversas alternativas têm sido propostas e dentre essas surge o aproveitamento de resíduos da agroindústria.

O Brasil, devido a grande extensão territorial, da qual boa parte são terras adequadas para práticas agrícolas, tem se destacado no cenário internacional como um dos principais exportadores de produtos agrícolas. Por consequência disso, são gerados anualmente milhões de toneladas de resíduos da agroindústria. Parte de tais resíduos é caracterizada como restos de cultura, abrangendo palhadas obtidas na colheita dos grãos de cereais, como milho, sorgo, arroz, trigo, aveia; bem como dos campos de produção de sementes de gramíneas forrageiras. Outra parte dos resíduos é proveniente das atividades de beneficiamento dos cereais e industrialização dos produtos agrícolas, como farelo de arroz, casca de arroz, casca de café, bagaço de cana e bagaço de laranja.

De modo geral a utilização de resíduos *in natura* como palhadas ou cascas tem como limitações o baixo teor de compostos nitrogenados (proteínas), minerais e energia disponíveis, além de elevados teores de fatores anti-nutricionais como lignina, compostos fenólicos e taninos. Ainda, alguns resíduos agroindustriais podem apresentar outros inconvenientes como alto teor de umidade, lipídios e metais pesados, contaminação por patógenos e resíduos de agrotóxicos, os quais poderão limitar o armazenamento, comercialização e até mesmo sua utilização na alimentação animal e no processo de ensilagem, como aditivo.

Nesse contexto, objetivou-se, com esta revisão, abordar diferentes estratégias para o uso de subprodutos como aditivos em silagens.

## 2 PROCESSO DE ENSILAGEM

Um dos pioneiros a preconizar a prática de ensilagem foi Reihlen, na Alemanha, cujos trabalhos inspiraram o pesquisador francês Auguste Goffart (MARTIN, 1997). Segundo De Faria (1986) o processo de ensilagem já era conhecido dos egípcios desde 1000 a 1500 a.C..

A silagem é uma alternativa de alimento no período de escassez de chuvas, no qual a forragem fresca não está disponível. Vale ressaltar que a conservação de forrageiras sob a forma de silagens não objetiva a melhora de valor nutritivo, mas apenas constitui um meio de parar o declínio do valor nutritivo da forragem em decorrência do avanço no desenvolvimento e permitir uso posterior, em épocas de escassez. Na verdade, a silagem é sempre inferior à matéria prima original (GOMIDE, 1994).

A conservação de um alimento como silagem depende da fermentação natural dos açúcares a ácido, sob condições anaeróbicas, principalmente o ácido láctico e acético, por bactérias lácticas, sendo tal processo grandemente sujeito a variações (McDONALD, 1981).

Com o avanço da maturidade, as plantas aumentam a rigidez por causa do maior conteúdo de celulose, a quantidade de ar aumenta nas estruturas, dificultando também a compactação. O aumento do teor de umidade facilita a compactação, embora seja indesejável do ponto de

vista fermentativo, pois excesso de umidade resulta em alta produção de calor, desinteressante pela redução da digestibilidade dos nutrientes e ocorrência de fermentações indesejáveis, com possibilidade de diminuição da digestibilidade da proteína.

Já as perdas por efluentes estão associadas à atividade de água. Quanto maior for a atividade de água, maiores serão as produções de efluentes, sendo que a atividade de água do material está associada ao teor de MS da forragem e também ao tratamento físico aplicado ao material quando do momento do corte (DE FARIA, 1986) ou uso de aditivos adequados.

Perdas por gases estão associadas ao tipo de fermentação ocorrido na ensilagem. Produção de lactato reduz perdas de MS, ao passo que com a produção de álcool ocorre aumento considerável de perdas por gases. A fermentação alcoólica é promovida por bactérias homofermentativas, enterobactérias e leveduras, porém as perdas de MS são maiores quando a fermentação é butírica, promovida por clostrídeos (McDONALD *et al.* 1991). As perdas por gases são menores devido a melhor fermentação promovida pela maior densidade do material ensilado.

Uma boa silagem deve ter cor clara e cheiro agradável, a presença de mofo é um indicativo da presença de oxigênio oriundo de compactação e vedação inadequada. A silagem muito seca indica que pode ter ocorrido problemas na compactação (ARAÚJO, 2000).

### 2.1 ADITIVOS

McDonald (1981) citou características ideais do material a ser ensilado com o objetivo de uma boa preservação na forma de silagem, como adequado nível de carboidratos solúveis, capacidade tamponante relativamente baixa e teor de matéria seca próximo de 30%.

Um dos fatores que afetam grandemente o tipo de fermentação e a conservação da massa ensilada é o teor de matéria seca, cujos valores ideais devem situar entre 30% a 35%. Teores maiores de umidade favorecem o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, produtoras de ácido butírico, além de aumentar as perdas de nutrientes pela

liberação de efluentes, entretanto, uma forragem muito seca dificulta a compactação e eliminação do ar (DE FARIA, 1986).

Teores de matéria seca superiores a 21% na matéria verde e baixa relação de poder tampão, ocasionam riscos de fermentações secundárias, tornando-se imprescindíveis o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDONALD *et al.* 1991). Já o teor mínimo de carboidratos solúveis na forragem a ser ensilada deve ser de 6% a 8% da MS (SANTIAGO, 2001).

Tradicionalmente a gramínea considerada ideal para a confecção da silagem, é o milho (*Zea mays* L.), o qual apresenta valores de capacidade tamponante por volta de 25 e.mg/100 g MS. Todavia, culturas como cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) apresentam grande produção de energia por unidade de área e vêm sendo grandemente utilizadas.

Apesar da elevada produção de massa por unidade de área, o capim-elefante apresenta algumas características limitantes para ensilagem. Uma delas é o baixo teor de matéria seca, favorecendo a ocorrência de fermentações secundárias, na qual a baixa pressão osmótica no silo permite o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (LAVEZZO, 1985). Outra limitação do capim-elefante é o baixo teor de carboidratos solúveis, uma vez que estes constituem o substrato preferencial, prontamente disponível para a ação das bactérias lácticas no processo fermentativo (MUCK, 1988).

A cana-de-açúcar destaca-se entre gramíneas tropicais utilizadas como forragem. A facilidade de cultivo, execução da colheita nos períodos de estiagem e alto potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área torna essa forrageira um alimento de grande interesse dos produtores (FREITAS *et al.*, 2006).

A cana-de-açúcar também pode ser ensilada como outras forrageiras, pois contém as principais características necessárias para o processo de produção de silagem: teor de matéria seca em torno de 25 a 30%; teor de carboidratos solúveis próximo a 10% da matéria natural; e poder tampão, que permite a queda do pH para valores próximos a 3,5. Todavia, o alto teor de carboidratos solúveis, os quais promovem rápida proliferação de leveduras com produção de

etanol e gás carbônico, consiste em um inconveniente (VALVASORI *et al.*, 1995).

Materiais que não preenchem tais requisitos necessitam de pré-tratamento, como emurchecimento ou uso de aditivos. Segundo Van Soest (1994), os aditivos têm dois principais propósitos: influenciar o curso da fermentação e alterar a composição do material, promovendo melhor valor nutritivo.

Segundo McDonald (1981), os aditivos classificam-se em estimuladores da fermentação (aditivos biológicos, inoculantes bacterianos, fontes de carboidratos, enzimas), inibidores de fermentação (ácidos, ácidos minerais, ácidos orgânicos, formaldeídos, sais), que controlam a fermentação e agem tanto encorajando as bactérias lácticas, quanto inibindo parcialmente ou totalmente o crescimento microbiano; inibidores da deterioração aeróbica, os quais promovem estabilidade aeróbica da silagem e nutrientes, que objetivam a manutenção da qualidade nutricional do material. Segundo McDonald (1991), deve-se acrescentar o grupo de aditivos absorventes, como sabugo de milho e palhas.

Aditivos nutrientes são definidos como substâncias que, quando adicionadas ao material ensilado, contribui significativamente para o atendimento das necessidades nutricionais, como por exemplo, melaço e cereais, que também podem atuar como estimulantes da fermentação (McDONALD, 1981).

Aditivos absorventes devem ser utilizados quando há risco de poluição, a ocorrência de perda de nutrientes é grande, sendo que subprodutos fibrosos parecem ser os mais promissores (HENDERSON, 1993).

Vale ressaltar que os subprodutos agroindustriais classificam-se em sua grande maioria, em aditivos nutrientes e absorventes.

### 3 SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS

#### 3.1 POLPA CÍTRICA

A polpa de citrus é um subproduto da agroindústria cítrica obtido após a extração do suco de laranja. É formada por 60 a 65% de casca; 30 a 35% de bagaço e até 10% de sementes. Pode ser utilizada na alimentação animal em

condições naturais, isto é, com alta quantidade de água ou pode ser ensilada. Todavia, para poder ser adicionada em rações e para melhor conservação da polpa, diminuição do custo de transporte e prevenção sanitária em alguns estados, há necessidade de ser desidratada.

A polpa cítrica é obtida em duas prensagens, após adição de calcário, que reduzem a umidade do material a 65 a 75%, com posterior secagem até 90% de MS, seguida de peletização (CARVALHO, 1995).

A qualidade nutricional e palatabilidade variam em função da variedade da laranja utilizada e métodos empregados em sua desidratação. O valor energético da polpa de citros corresponde entre 85 a 90% do valor energético do milho, apresentando menor teor protéico.

Apesar de a polpa cítrica ser classificada como alimento energético, possui alto teor de pectina e baixo teor de amido, além de maior teor de FDN e FDA, quando comparado a outros alimentos concentrados, como o milho, o que promove um padrão de fermentação ruminal mais adequado a proliferação de bactérias celulolíticas, reduzindo a probabilidade da ocorrência de distúrbios metabólicos comuns em animais recebendo rações com alta proporção de concentrado.

Ben-Ghedalia *et al.* (1989), mostraram que, embora altamente fermentável, a polpa de citros criou condições favoráveis para digestão da celulose no rúmen (maior taxa acetato/propionato) e concluíram ainda que o pH ruminal mantém-se mais elevado em dietas ricas em pectina quando comparadas às de amido.

A utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos de corte decorre principalmente da disponibilidade e custo na região. Por ser um alimento que tem 85 a 90% do valor energético do milho, o seu custo, em base de MS, deverá ser de 10 a 20 % inferior ao milho, para justificar a utilização na alimentação animal.

Os efeitos da adição de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e valor nutritivo da silagem de capim-elefante foram estudados por Rodrigues *et al.* (2005). O capim-elefante, com 90 dias de crescimento (Tabela 1), foi ensilado com níveis crescentes de polpa cítrica: 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0%,

com base na matéria natural. Após 106 dias de ensilagem, os silos foram abertos e foram determinados os teores dos ácidos orgânicos e a composição químico-bromatológica das silagens (Tabela 2).

**Figura 8:** Resultados de trabalhos publicados avaliando inoculação com *Lactobacillus buchneri* na ensilagem da cana, sobre as variáveis: Perda total de MS (n=16); Produção de efluentes (n=13); Teor de etanol (n=16); Teor de ácido acético (n=10); Estabilidade aeróbia das silagens (n=12); Consumo de MS por ruminantes (n=11) e Desempenho de ruminantes (n=8)

**Tabela 1:** Composição bromatológica da matéria original do capim-elefante e polpa cítrica estudados por Rodrigues *et al.* (2005)

| Alimento       | MS (%) | PB                | FDN  | Lignina | CS   |
|----------------|--------|-------------------|------|---------|------|
|                |        | % da matéria seca |      |         |      |
| Capim-elefante | 20,7   | 7,2               | 75,4 | 15,9    | 5,0  |
| Polpa cítrica  | 86,5   | 7,3               | 25,7 | 5,0     | 26,0 |

CS= carboidratos solúveis

Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2005).

**Tabela 2:** Composição bromatológica das silagens com níveis de polpa cítrica (PC) estudadas por Rodrigues *et al.* (2005)

|                    | Níveis de polpa cítrica |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 0                       | 2,5   | 5,0   | 7,5   | 10,0  | 12,5  | 15,0  |
| MS <sup>1</sup>    | 20,61                   | 21,37 | 23,92 | 23,95 | 26,02 | 27,53 | 28,43 |
| CS <sup>2</sup>    | 2,46                    | 5,04  | 5,14  | 6,89  | 8,54  | 11,17 | 12,68 |
| PB <sup>3</sup>    | 6,52                    | 6,49  | 7,64  | 6,40  | 7,02  | 7,04  | 6,42  |
| FDN <sup>4</sup>   | 75,50                   | 70,62 | 66,35 | 65,85 | 63,06 | 61,60 | 59,57 |
| DIVMS <sup>5</sup> | 46,40                   | 45,80 | 50,80 | 53,56 | 56,83 | 54,89 | 56,76 |

<sup>1</sup>Y=20,49 + 0,5410.PC (R<sup>2</sup>=0,87); <sup>2</sup>Y=2,45 + 0,6611.PC (R<sup>2</sup>=0,86); <sup>3</sup>Y=6,48 + 0,1415.PC - 0,0093.PC<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,49); <sup>4</sup>Y=73,48 - 0,9875.PC (R<sup>2</sup>=0,83); <sup>5</sup>Y=46,09 + 0,7971.PC (R<sup>2</sup>=0,63)

Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2005).

Houve efeito linear crescente da adição de polpa cítrica sobre os teores de matéria seca, o mesmo ocorrendo para carboidratos solúveis e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, mas com redução nos teores de nitrogênio amoniacal e fibra em detergente neutro quando Rodrigues *et al.* (2005) adicionaram níveis crescentes de polpa cítrica na ensilagem do capim-elefante.

Para os teores de ácidos orgânicos (acético, láctico e butírico) e etanol, observou-se comportamento quadrático para as curvas obtidas, com pontos de máxima para o ácido láctico igual a 5,8% e de mínima para os ácidos acético, butírico e etanol, iguais a 7,8; 7,2; e -3,7% de polpa, respectivamente. Não foram observados efeitos sobre os valores de pH, assim como para os teores de lignina e ácido propiônico. Inclusões de 4,7 a 7,6% de polpa cítrica peletizada, com base na matéria natural, foram suficientes para melhora da qualidade e valor nutritivo da silagem de capim-elefante (RODRIGUES *et al.*, 2005).

**Tabela 3:** Perfil fermentativo das silagens estudadas por Rodrigues *et al.* (2005)

|                                          | Níveis de polpa cítrica |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                          | 0                       | 2,5   | 5,0   | 7,5   | 10,0  | 12,5  | 15,0  |
| Etanol (% da MS) <sup>1</sup>            | 0,18                    | 0,67  | 0,79  | 1,49  | 1,89  | 2,64  | 3,65  |
| Acético (% da MS) <sup>2</sup>           | 0,84                    | 0,60  | 0,65  | 0,57  | 0,60  | 0,60  | 0,79  |
| Propiônico (% da MS) <sup>3</sup>        | 0,02                    | 0,02  | 0,01  | 0,02  | 0,02  | 0,01  | 0,03  |
| Butírico (% da MS) <sup>4</sup>          | 0,008                   | 0,008 | 0,003 | 0,000 | 0,003 | 0,003 | 0,013 |
| Lático (% da MS) <sup>5</sup>            | 5,49                    | 6,81  | 6,88  | 6,64  | 6,01  | 5,59  | 3,77  |
| pH <sup>6</sup>                          | 3,87                    | 3,86  | 3,89  | 3,74  | 3,84  | 3,80  | 3,89  |
| N-NH <sub>3</sub> (%Ntotal) <sup>7</sup> | 7,97                    | 7,40  | 6,52  | 5,17  | 4,79  | 3,72  | 3,40  |
| Perdas (% da MS) <sup>8</sup>            | 1,30                    | 5,14  | 1,63  | 7,86  | 6,52  | 7,06  | 9,21  |

<sup>1</sup>Y=0,27 + 0,729.PC - 0,0098.PC<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,86); <sup>2</sup>Y=0,81 + 0,062.PC - 0,0040.PC<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,35); <sup>3</sup>Y=0,020; <sup>4</sup>Y=0,0095 - 0,0023.PC + 0,00016.PC<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,40); <sup>5</sup>Y=5,66 + 0,421.PC - 0,0361.PC<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,27); <sup>6</sup>Y=3,89; <sup>7</sup>Y=8,01 - 0,0326.PC (R<sup>2</sup>=0,80); <sup>8</sup>Y=8,01 - 0,0326.PC (R<sup>2</sup>=0,80)

Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2005).

### 3.2 BAGAÇO DE LARANJA *IN NATURA*

O bagaço de laranja *in natura* é um subproduto após a extração do suco da fruta, (50% do total da fruta) e é abundante durante a estação de produção, nas regiões produtoras. O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de laranja e de bagaço de laranja, respondendo por 29% do volume da fruta comercializada no mercado externo. Na região Noroeste do Paraná, em 1988 iniciou-se um projeto de

citricultura, resultando na instalação da indústria de suco (ÍTAVO *et al.*, 2000 a).

O bagaço de laranja *in natura* quando não é aproveitado, constitui-se num problema sério de contaminação ambiental. O bagaço de laranja é uma alternativa para ser usado na alimentação animal, principalmente bovinos, em substituição aos grãos de cereais, com diminuição de custos e eliminação de resíduos com potencial de poluição ambiental (ÍTAVO *et al.*, 2000b, ÍTAVO *et al.*, 2000d, TEIXEIRA, 2001).

Há interesse das empresas em desenvolver mercados para polpa cítrica úmida, principalmente por esmagadoras de laranja que não pretendem despende altos investimentos necessários à secagem do bagaço de laranja, que pode chegar a 50% do investimento total (CARVALHO, 1995).

O bagaço de laranja tem algumas características que contribuem para que seja armazenado na forma de silagem, todavia, existem controvérsias quanto à ensilagem de alimentos com alto conteúdo de umidade. Outro fato interessante, é que as características fermentativas da silagem do bagaço de laranja foram amplamente estudadas, porém diferem muito quanto à composição, caracterizando divergências entre os processos utilizados nas indústrias esmagadoras (SANTOS *et al.*, 2002).

Apesar de se obter silagens de boa qualidade, deve-se destacar que o bagaço de laranja não pode ser considerado um material adequado ao processo de conservação devido ao baixo teor de matéria seca. A umidade excessiva normalmente, provocará perdas significativas de nutrientes e encarecimento do transporte (DE FARIA *et al.*, 1971). Assim, este subproduto úmido deverá ser útil como aditivo nutritivo, por apresentar elevados teores de carboidratos fermentescíveis, além do fato de apresentar elevados teores de umidade, poderia ser recomendado para ensilagens de alimentos com altos teores de matéria seca (acima de 40%), pois poderia favorecer a fermentação desses materiais. Um exemplo seria no aproveitamento de capineiras "passadas".

O bagaço de laranja geralmente contém entre 12 e 21% de matéria seca e durante o processo de fermentação mais de 22% do peso do bagaço fresco pode ser perdido pela lixiviação (ASHBELL; DONAHAYE, 1986). As perdas causadas por

microrganismos aeróbios se restringe à camada superior da silagem de bagaço de laranja, e a presença desses microrganismos não explica todas as perdas registradas durante a estocagem (LSKER, 1987).

Assim, para ensilar o bagaço de laranja é necessário melhorar as condições para fermentação, a fim de reduzir as perdas na ensilagem (ASHBELL; WEINBERG, 1988). Em estudo verificando as mudanças durante a ensilagem do bagaço de laranja, constatou-se que o alto conteúdo inicial de água, o qual é resultado do processamento industrial para obtenção do produto, afetou a qualidade do bagaço ensilado, tornando necessário um tratamento de secagem ou condicionamento do material, antes da ensilagem (MEGÍAS *et al.*, 1993), ou até mesmo a inclusão de aditivos absorventes para redução desses problemas. Assim, novamente, constituiu-se numa estratégia de utilização para forragens a serem ensiladas com elevados teores de MS.

Já Scerra *et al.* (2001) recomendaram para aumentar o teor de matéria seca do bagaço de laranja, adicionar 20% de palha de trigo picada em partículas de 2,5 cm, proporcionando uma relação, com base na MS, de 80:20. Num estudo sobre a dinâmica da fermentação do bagaço de laranja durante a ensilagem, Ashbell *et al.* (1987), demonstraram que apesar do número de leveduras ter sido menor que o número de bactérias lácticas, elas não se extinguíram através do período de ensilagem, devido à presença de açúcares fermentáveis disponíveis, suficientes para manutenção do metabolismo, atribuindo as perdas a estas populações. Por isso, um modo promissor para melhora do processo de fermentação do bagaço de laranja seria a inibição da população de leveduras. Entretanto, em experimento realizado no Paraná, Ítavo *et al.* (2000 a e c), constataram que o bagaço de laranja *in natura* pode ser eficientemente conservado sob a forma de silagem sem o uso de aditivos.

O valor do bagaço de laranja para alimentação de ruminantes é alto, semelhante aos grãos, com valores médios entre 83 a 88% de NDT, 7,0% de PB, 23% de FDN, 22% de FDA, 3% de lignina e 84% de digestibilidade aparente da matéria seca (ASHBELL, 1992; VAN SOEST, 1994; ÍTAVO *et al.*, 2000b). De Faria *et al.* (1971) encontraram valores, para porcentagem de

carboidratos solúveis na MS de bagaço de laranja, entre 37,1 e 43,2%.

A maior digestibilidade de algumas frações da fibra do bagaço de laranja é atribuída, especialmente, ao alto teor de carboidratos solúveis e pectina, os quais são responsáveis pela melhora na digestibilidade das silagens (ÍTAVO *et al.*, 2000 c). Isto é corroborado pelos dados dos coeficientes de digestibilidade aparente dos carboidratos não-estruturais obtidos por Ítavo *et al.* (2000b), que foram, em média, 89,2%, sugerindo que o bagaço de laranja é rico em amido, açúcares simples e pectina.

A pectina é um carboidrato estrutural de alta e rápida degradação ruminal, atingindo 90 a 100%, sendo invariavelmente, o carboidrato complexo de mais rápida degradação ruminal (VAN SOEST, 1994). Este polissacarídeo não-amídico, presente no bagaço de laranja, é considerado uma fibra solúvel, apesar de fazer parte da parede celular, constituindo-se em um carboidrato prontamente disponível, para que haja máxima produção de massa microbiana no rúmen.

### 3.3 MANDIOCA

A cultura da mandioca foi estabelecida nos países tropicais há mais de 200 anos e por ser um alimento com alto valor energético, pode ser aproveitada na alimentação humana e animal. No Brasil, a cultura é explorada em toda extensão territorial, devido à rusticidade.

A cultura de mandioca encontra-se dispersa em vários municípios do estado do Paraná, isto devido ao fato das condições edafoclimáticas e sócio-econômicas regionais, serem propícias para esta cultura (GROXKO, 1998). A mandioca também tem relevante importância social utilizando mão-de-obra em períodos de ociosidade, com aumento de renda dos produtores.

Embora muito conhecida, a cultura de mandioca é pouco explorada principalmente por desconhecimento do valor nutricional e potencial de utilização na alimentação animal. Apesar das raízes serem bastante utilizadas na alimentação humana, a parte aérea da mandioca (rama) tem

uso restrito como forragem verde ou conservada na forma de silagem.

Na alimentação animal, a mandioca pode ser fornecida sob as mais variadas formas: raízes frescas, raspas, restos culturais (haste e folhas) e subprodutos sólidos de industrialização (cascas, entrecascas, descarte e farelos) (CARVALHO NETO *et al.*, 1994). Através do processo de secagem, os compostos tóxicos (glicosídeos cianogênicos) são eliminados, pois, em países em desenvolvimento, folhas associadas com raízes são empregadas na alimentação humana e animal (BARBOSA, 1988).

A parte aérea da mandioca corresponde a toda porção da planta acima do solo, apesar de alguns autores considerarem como aproveitável para alimentação animal e humana apenas o terço superior, mais enfolhado e consequentemente mais rico do ponto de vista nutricional (CARVALHO; KATO, 1987). A parte aérea da mandioca é sistematicamente perdida no campo, durante a colheita das raízes (EUCLIDES *et al.*, 1988). Todavia, esse material poderia ser fornecido aos ruminantes, pois tem um alto valor como forragem (NORMANHA, 1962).

Além da alta produtividade, a parte aérea da mandioca, principalmente folhas, apresentam elevados teores protéicos e teores de fibras inferiores aos de várias forragens tropicais. Comparativamente, o feno da parte aérea da mandioca é nutricionalmente superior ao feno de alfafa, quando fornecido a novilhos, por apresentar menores teores de fibra e maiores teores de carboidratos (CARVALHO; KATO, 1987). A composição química-bromatológica da parte aérea da mandioca utilizada de diferentes formas está expressa na Tabela 4, ressaltando-se que ainda é observada grande escassez de dados quanto ao valor nutricional deste resíduo.

Modesto *et al.* (2001) ao avaliarem os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da parede celular (DIVPC) das folhas de cultivares de mandioca colhidos em diferentes idades, dos 12 até os 21 meses, iniciados em agosto de 1998 e finalizando em maio de 1999, observaram que não houveram diferenças entre os cultivares ao analisar a MS (92,2%), mas foi observado diferenças que variaram de 85 à 79 % para a DIVPC e de 38 à 20,78% para a PB.

Vale ressaltar que a composição sofre influência da época de colheita, condições climáticas e tratos culturais, além da idade das plantas e grau de enfolhamento (CARVALHO, 1987). Portanto, é importante a realização de análises químicas para caracterização nutricional das diversas variedades de mandioca.

**Tabela 4:** Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) em % de MS na folha, feno e silagem da parte aérea da mandioca

| Item <sup>1</sup> | Folha | Feno  | Silagem |
|-------------------|-------|-------|---------|
| MS                | 92,18 | 93,70 | 88,92   |
| PB                | 29,14 | 25,50 | 21,50   |
| EE                | -     | 34,89 | 25,76   |
| FB                | -     | -     | 7,10    |
| DIVMS             | -     | 50,1  | -       |
| DIVMO             | -     | 48,5  | -       |
| DIVPC             | 83,08 | -     | -       |

<sup>1</sup> Valores médios observados a partir de Tiesenhausen (1987); Gomez *et al.* (1982); Fialho *et al.* (1991); Araújo e Languidey (1982); Batista *et al.* (1984) e Modesto *et al.* (2001).

Em um estudo de 10 cultivares, obtidas em cinco épocas de colheita, observou-se que fenos do terço superior são ricos em proteínas, enquanto que os 2/3 inferiores, em amido. Houve também relação inversa entre estes dois constituintes, ou seja, no período seco (8 e 20 meses após o plantio), o terço superior reserva mais amido em detrimento ao teor protéico, enquanto que no período chuvoso, ou seja, aos 12 e 16 meses, as plantas, por estarem mais enfolhadas, apresentam-se com altos teores protéicos, próximos a 20% (CARVALHO *et al.*, 1985).

Batista *et al.* (1984) testando 30 cultivares de mandioca na alimentação de búfalos, encontraram valores de 12,1 a 22,9% de proteína; digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) entre 40,1% e 60,1% e digestibilidade *in vivo* da matéria orgânica (DIVMO) entre 38,4% e 58,8%.

A silagem da parte aérea da mandioca, principalmente quando confeccionados com o terço superior da planta, são excelentes volumosos para a alimentação de bovinos, notadamente, na época da seca. A parte aérea da planta deve ser usada quando a relação caule:folha for inferior a 1,

ou seja, deve ter boa proporção de folhas, pois é a parte da planta que encerra maior quantidade de nutrientes (TIESENHAUSEN, 1987). Desta forma, devido à grande quantidade de resíduo de mandioca que é descartada ao longo do ano, a rama pode ser utilizada como aditivo no processo de ensilagem.

### 3.4 FARELO DE MANDIOCA

O bagaço de mandioca pode representar entre 10 e 20% do peso das raízes de mandioca utilizadas para a produção de amido, sendo que o mesmo pode conter até 60% de amido. Cereda (1994) observou que, enquanto a raiz integral da mandioca apresenta cerca de 94% de carboidratos, os resíduos da extração de fécula têm até 75% de amido, sendo que esses resíduos têm valor energético inferior aos das raízes (MELOTTI, 1972). Portanto, esse material pode constituir um aditivo energético promissor na produção de silagem de capim-elefante. De acordo com Abrahão (2000), o valor energético do bagaço é de 74,83% de NDT.

Ferrari Jr. e Lavezzo (2001) avaliaram a silagem de capim-elefante cv. Taiwan A-146, submetida aos tratamentos: capim-elefante emurchecido ao sol por 8 horas, capim-elefante sem emurchecimento e níveis de inclusão de farelo de mandioca (2, 4, 8 e 12%) e verificaram que a adição de 12% de farelo de mandioca mostrou-se mais eficiente que o emurchecimento no aumento do teor de matéria seca da silagem e que a inclusão do farelo de mandioca promoveu decréscimo no teor de proteína bruta, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e hemicelulose de forma linear, com aumento dos teores de extrativo não nitrogenado, matéria mineral e carboidratos solúveis das silagens.

Os teores de ácido láctico de silagens de capim-elefante estudados por Ferrari Jr. e Lavezzo (2001) mostraram-se baixos, indicando que o farelo de mandioca não foi utilizado de forma eficiente pelos lactobacilos. Não foram observadas diferenças significativas entre as porcentagens dos ácidos acético, propiônico, butírico e láctico nas silagens de capim-elefante emurchecido ou com farelo de mandioca como aditivo. O emurchecimento e a adição de farelo de mandioca podem ser utilizados como alternativas para aumentar o teor de

matéria seca de materiais úmidos no processo de ensilagem (Tabela 5).

**Tabela 5:** Parâmetros de fermentação de silagens de capim-elefante (CE) estudados por Ferrari Jr. e Lavezzo (2001)

| Parâmetros        | CE          |        | CE + farelo mandioca |        |        |        |
|-------------------|-------------|--------|----------------------|--------|--------|--------|
|                   | emurchecido | CE     | 2%                   | 4%     | 8%     | 12%    |
| pH                | 4,32a       | 4,45a  | 4,22a                | 4,40a  | 4,37a  | 4,45a  |
| N-NH <sub>3</sub> | 16,54b      | 17,52b | 18,99a               | 17,76b | 18,87a | 18,97a |
| Ac. Láctico       | 2,39a       | 3,45a  | 3,39a                | 3,34a  | 3,44a  | 3,52a  |
| Ac. Acético       | 0,40a       | 0,59a  | 0,28a                | 0,35a  | 0,38a  | 0,66a  |
| Ac. Propiônico    | 0,11a       | 0,14a  | 0,09a                | 0,10a  | 0,10a  | 0,11a  |
| Ac. Butírico      | 0,20a       | 0,18   | 0,17a                | 0,36a  | 0,35a  | 0,51   |

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha, significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet (A x B, C, D, E e F)

Fonte: Adaptado por Ferrari Jr e Lavezzo (2001).

Ao estudarem a qualidade da silagem de capim-elefante, Ferrari Jr. e Lavezzo (2001) verificaram que o emurchecimento é alternativa viável para diminuir a umidade, porém o uso do farelo de mandioca pode elevar os teores de MS e carboidratos solúveis da silagem. Esses autores, ao avaliarem a qualidade da silagem de capim-elefante emurchecido, com níveis de inclusão do farelo de mandioca de até 12%, observaram aumento de 7,5% nos teores de MS (28,61%) das silagens aditivadas com maiores níveis de farelo de mandioca em relação à silagem sem aditivos (26,61%), mas esse aumento não foi suficiente para melhorar a qualidade da silagem, pois não houve diferença significativa nos valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácido butírico.

Também Silva *et al.* (2007) avaliaram o efeito da adição dos níveis 5; 10; 15 e 20% de bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e verificaram que o bagaço de mandioca elevou o teor de matéria seca (MS) da silagem, preservando-a com o pH que variou entre 3,85 e 4,07 e relação N-Amoniacal/N-Total de 6,2 a 7,85 (Tabela 6).

Não foi detectada diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) na digestibilidade da MS e FDN das silagens estudadas por Silva *et al.* (2007). As digestibilidades da proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos não-fibrosos das silagens decresceram linearmente ( $P<0,05$ ) com o aumento do nível do bagaço de mandioca nas silagens, todavia o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens foram semelhantes em todos tratamentos, com média de 55,42%, indicando bom potencial de uso do farelo de mandioca como aditivo em silagens (Tabela 7).

No experimento de Silva *et al.* (2007), o nível de adição de 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim-elefante foi satisfatório na preservação e propiciou boa digestibilidade dos nutrientes das silagens de capim-elefante.

**Tabela 6:** Médias e equações de regressões dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), potencial hidrogeniônico (pH) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>) do bagaço de mandioca (BM) e das silagens de capim-elefante com adição de bagaço de mandioca estudados por Silva *et al.* (2007)

| Parâmetros                                 | Bagaço de mandioca | Nível de bagaço de mandioca na silagem (%) |       |       |       |
|--------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                            |                    | 5                                          | 10    | 15    | 20    |
| MS <sup>1</sup> (%)                        | 87,50              | 25,09                                      | 28,14 | 31,11 | 32,13 |
| PB <sup>2</sup> (% da MS)                  | 1,91               | 4,66                                       | 4,49  | 4,09  | 4,00  |
| EE <sup>3</sup> (% da MS)                  | 0,60               | 3,51                                       | 3,19  | 2,88  | 2,65  |
| FDN <sup>4</sup> (% da MS)                 | 12,02              | 70,43                                      | 61,57 | 53,99 | 51,16 |
| CNF <sup>5</sup> (% da MS)                 | 83,85              | 13,22                                      | 23,75 | 33,56 | 36,44 |
| pH <sup>6</sup>                            | -                  | 4,07                                       | 3,98  | 3,85  | 3,95  |
| N-NH <sub>3</sub> (% N-total) <sup>7</sup> | -                  | 7,85                                       | 7,00  | 6,21  | 6,20  |

<sup>1</sup>Y=23,18+0,477.BM ( $R^2=0,96$ ); <sup>2</sup>Y=4,90-0,046.BM ( $R^2=0,97$ ); <sup>3</sup>Y=3,11-0,045.BM ( $R^2=0,95$ ); <sup>4</sup>Y=75,08-1,245.BM ( $R^2=0,93$ ); <sup>5</sup>Y=8,10+1,511.BM ( $R^2=0,92$ ); <sup>6</sup>Y=3,96; <sup>7</sup>Y=6,82

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2007).

**Tabela 7:** Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e nutrientes digestíveis totais (NDT) de silagens aditivadas com bagaço de mandioca estudados por Silva *et al.* (2007)

| Digestibilidades (%) | Nível de bagaço de mandioca na silagem (%) |       |       |       |
|----------------------|--------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                      | 5                                          | 10    | 15    | 20    |
| MS <sup>1</sup>      | 53,42                                      | 58,84 | 56,05 | 58,78 |
| PB <sup>2</sup>      | 38,06                                      | 35,60 | 27,47 | 22,03 |
| EE <sup>3</sup>      | 76,53                                      | 67,34 | 53,67 | 67,90 |
| FDN <sup>4</sup>     | 50,10                                      | 51,00 | 39,36 | 42,60 |
| CNF <sup>5</sup>     | 91,92                                      | 81,35 | 87,14 | 86,08 |
| NDT <sup>6</sup>     | 53,61                                      | 57,52 | 53,58 | 56,98 |

<sup>1</sup>Y=56,77; <sup>2</sup>Y=44,8466-0,0112.BM ( $R^2=0,97$ ); <sup>3</sup>Y=76,248 - 0,07908.BM ( $R^2=0,80$ ); <sup>4</sup>Y=45,77; <sup>5</sup>Y=89,563 - 0,02349.BM ( $R^2=0,52$ ); <sup>6</sup>Y=55,42

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2007).

Ainda existe a possibilidade de associação entre subprodutos como estratégia para armazenamento de alimento para períodos de escassez. Neste sentido, Silveira *et al.* (2002) conduziram experimento com objetivo de avaliar degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e amido, além de pH, amônia e ácidos graxos voláteis ruminais, em bovinos alimentados com silagens de milho, de raspa de mandioca com polpa cítrica, de casca de mandioca com polpa cítrica e de cana-de-açúcar com polpa cítrica (Tabelas 8 e 9).

Silveira *et al.* (2002) verificaram que a silagem de raspa de mandioca apresentou maior degradação efetiva (Kp 5%) da MS e FDN (48,44 e 45,78%, respectivamente), quando comparada as demais silagens estudadas: silagem de milho (45,50 e 23,75%), silagem de casca de mandioca (43,87 e 24,20%) e silagem de cana-de-açúcar (40,76 e 25,78%). Para todos tratamentos, pH e concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminais foram adequados para o crescimento dos microrganismos. Os valores de AGV proporcionados pela silagem de milho, silagem de raspa de mandioca e silagem de casca de mandioca foram semelhantes entre si e superiores às da silagem de cana-de-açúcar.

**Tabela 8:** Proporção da polpa cítrica utilizada para ajuste de matéria seca das silagens de casca de mandioca, raspa de mandioca e cana-de-açúcar com polpa cítrica (PC) estudadas por Silveira *et al.* (2002)

| Silagens               |    | Casca de mandioca | Raspa de mandioca | Cana-de-açúcar | Polpa cítrica (PC) |
|------------------------|----|-------------------|-------------------|----------------|--------------------|
| Casca de mandioca + PC | de | 63,7              | -                 | -              | 36,3               |
| Raspa de mandioca + PC | de | -                 | 53,4              | -              | 46,6               |
| Cana-de-açúcar + PC    | +  | -                 | -                 | 55,4           | 44,6               |

Fonte: Adaptado de Silveira *et al.* (2002).

**Tabela 9:** Composição química e pH das silagens estudadas por Silveira *et al.* (2002)

| Silagens               | MS (%) | PB                | FDN   | FDA   | Amido | pH   |
|------------------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|------|
|                        |        | % da matéria seca |       |       |       |      |
| Milho                  | 31,07  | 8,51              | 50,61 | 28,52 | 18,80 | 4,37 |
| Casca de mandioca + PC | 30,92  | 5,80              | 50,25 | 42,98 | 15,90 | 4,29 |
| Raspa de mandioca + PC | 31,12  | 5,87              | 27,14 | 21,38 | 27,68 | 3,82 |
| Cana-de-açúcar + PC    | 29,10  | 5,80              | 55,15 | 35,69 | -     | 4,02 |

PC = polpa cítrica

Fonte: Adaptado de Silveira *et al.* (2002).

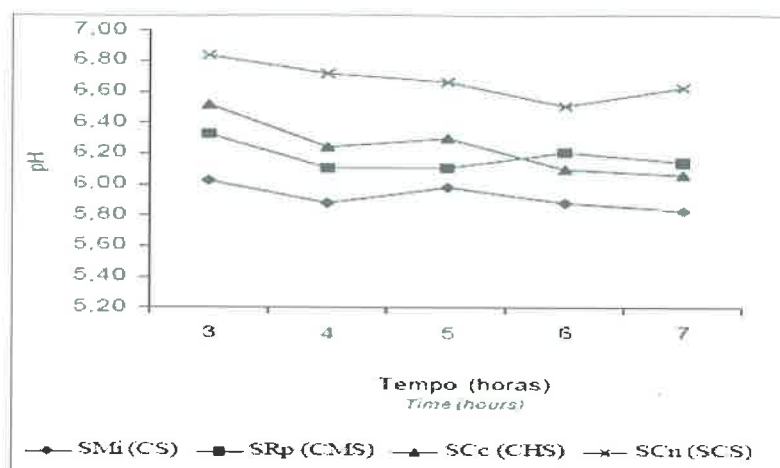
Os resultados do ensaio de degradação *in situ* da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) das silagens estudadas por Silveira *et al.* (2002) estão apresentados na Tabela 10. Observa-se que a fração solúvel (a) da MS da silagem de casca de mandioca com polpa cítrica foi menor que a encontrada nos demais tratamentos e, conseqüentemente, a fração insolúvel potencialmente degradável (b) foi maior, o que indica bom potencial de utilização das silagens de casca e raspa de mandioca com polpa cítrica como aditivo nutriente e/ou absorvente para melhoria da qualidade e conservação.

**Tabela 10:** Frações solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE), considerando taxas de passagem de 2 e 5%/h, e taxa de degradação da fração b (Kd) da MS, FDN e amido das silagens estudadas por Silveira *et al.* (2002)

|                                         | a     | b     | DP    | DE (k=0,05) | Kd (%/h) | R <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------------|----------|----------------|
| <b>Matéria seca (MS)</b>                |       |       |       |             |          |                |
| Milho                                   | 31,92 | 33,04 | 64,96 | 45,50       | 3,49     | 0,94           |
| Casca de mandioca + PC                  | 11,53 | 65,07 | 76,60 | 43,87       | 4,94     | 0,86           |
| Raspa de mandioca + PC                  | 26,01 | 39,90 | 65,91 | 48,44       | 6,42     | 0,96           |
| Cana-de-açúcar + PC                     | 23,16 | 40,83 | 63,99 | 40,76       | 3,79     | 0,97           |
| <b>Fibra em detergente neutro (FDN)</b> |       |       |       |             |          |                |
| Milho                                   | -     | 72,63 | 72,63 | 23,75       | 2,43     | 0,89           |
| Casca de mandioca + PC                  | -     | 61,31 | 61,31 | 24,20       | 3,26     | 0,82           |
| Raspa de mandioca + PC                  | -     | 83,13 | 83,13 | 45,78       | 6,13     | 0,92           |
| Cana-de-açúcar + PC                     | -     | 70,86 | 70,86 | 25,78       | 2,86     | 0,94           |

Fonte: Adaptado de Silveira *et al.* (2002).

Os valores de pH ruminal dos animais do experimento de Silveira *et al.* (2002) podem ser observados na Figura 1. Todos valores médios de pH estão próximos a 6,0, com exceção dos observados nos animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar e polpa cítrica, os quais foram próximos de 7,0. Segundo Coelho e Leão (1979), valores de pH no líquido ruminal inferiores a 6,0 podem acarretar diminuição da atividade das bactérias fibrolíticas, reduzindo, conseqüentemente, a degradação da fibra. Também Ítavo *et al.* (2005), em revisão sobre parâmetros ruminais e suas correlações com consumo e desempenho, apontaram que a ação de microrganismos na degradação da porção fibrosa da dieta, composta por parede celular, ocorre de forma bifásica, sendo o pH ruminal igual a 6,2 o ponto de distinção entre ações (ativa e inativa) das bactérias celulolíticas.



**Figura 1:** Valores médios de pH do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação para os tratamentos com silagens de milho (SMi), de raspa de mandioca com polpa cítrica (SRp), de casca de mandioca com polpa cítrica (SCc) e de cana-de-açúcar com polpa cítrica (SCn)

Fonte: Adaptado de Silveira *et al.* (2002).

### 3.5 ALFAFA E POLPA CÍTRICA

Para a ensilagem da alfafa, o momento ideal para o corte seria quando 10-25% dos perfilhos se apresentassem floridos. Entretanto, quando isto ocorre, a planta apresenta uma elevada capacidade tampão e baixos teores de carboidratos solúveis. Além disso, a alfafa apresenta caule tubular e oco, que impede a adequada retirada do ar. Para melhoria na qualidade de silagens de alfafa, diversos procedimentos vêm sendo pesquisados, tais como uso de conservantes, como os ácidos fórmico e sulfúrico (BARRY *et al.*, 1980; HENDERSON; McDONALD, 1984; HAIGH; PARKER, 1985), aditivos ricos em matéria seca e/ou carboidratos rapidamente fermentáveis (McCULLOUGH *et al.*, 1960), emurchecimento ou uso de inoculantes microbianos (CLEALE *et al.*, 1990).

Rodrigues *et al.* (2004) avaliaram a inoculação de silagens de alfafa com ou sem adição de polpa cítrica peletizada e verificaram que a adição de polpa cítrica favoreceu o aumento nos teores de matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis (Tabela 11). Consequentemente, a

adição desse tipo de aditivo (nutrientes e/ou absorvente) melhorou a DIVMS, todavia não foi capaz de reduzir as perdas de MS.

Apenas na silagem sem polpa cítrica, todos inoculantes aumentaram os teores de etanol, sendo que aditivo microbiano 2 aumentou o pH e aditivo microbiano 1 reduziu concentração de ácido acético (Tabela 12). Independentemente da presença de polpa, todos inoculantes diminuíram as perdas de MS; o aditivo microbiano 1 e 2 diminuíram a DIVMS, com aumento de N-NH<sub>3</sub> através do aditivo microbiano 2. Os inoculantes não afetaram as concentrações dos ácidos láctico, propiônico ou butírico, bem como a estabilidade aeróbia, independentemente da presença da polpa. De forma geral, a adição de polpa cítrica melhorou a composição bromatológica e perfil fermentativo, mas piorou as perdas e estabilidade aeróbia.

Sugere-se o uso de polpa cítrica, para regiões onde há disponibilidade, para adição em silagens de materiais úmidos e/ou com baixos teores de carboidratos fermentescíveis, afim de favorecer a fermentação e qualidade das silagens.

**Tabela 11:** Composição bromatológica, digestibilidade in vitro (DIVMS) e perdas de matéria seca das silagens submetidas aos diferentes tratamentos utilizados por Rodrigues *et al.* (2004)

| Tratamentos utilizados por Rodrigues et al. (2004) |        |      |      |     |       |        |
|----------------------------------------------------|--------|------|------|-----|-------|--------|
| Silagens                                           | MS (%) | PB   | FDN  | CS  | DIVMS | Perdas |
| % da matéria seca                                  |        |      |      |     |       |        |
| Sem Polpa Cítrica                                  |        |      |      |     |       |        |
| Controle                                           | 14,6   | 21,9 | 41,4 | 1,6 | 66,5  | 9,5    |
| Aditivo                                            | 15,1   | 21,0 | 43,4 | 1,6 | 60,2  | 1,3    |
| Microbiano 1                                       | 14,8   | 20,5 | 42,9 | 1,8 | 63,2  | 2,1    |
| Aditivo                                            |        |      |      |     |       |        |
| Microbiano 2                                       |        |      |      |     |       |        |
| Com Polpa Cítrica                                  |        |      |      |     |       |        |
| Controle                                           | 22,3   | 24,3 | 40,2 | 4,3 | 77,8  | 11,7   |
| Aditivo                                            | 23,3   | 23,3 | 38,3 | 4,5 | 75,6  | 4,7    |
| Microbiano 1                                       | 23,5   | 22,6 | 37,9 | 4,8 | 74,7  | 4,6    |
| Aditivo                                            |        |      |      |     |       |        |
| Microbiano 2                                       |        |      |      |     |       |        |

Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2004).

**Tabela 12:** Parâmetros da fermentação das silagens submetidas aos diferentes tratamentos utilizados por Rodrigues *et al.* (2004)

| Silagens                 | pH  | N-NH<br>3 | CT    | Eta<br>nol | Acé<br>tico | Propiô<br>nico | Butí<br>rico | Láti<br>co |
|--------------------------|-----|-----------|-------|------------|-------------|----------------|--------------|------------|
| <b>Sem Polpa Cítrica</b> |     |           |       |            |             |                |              |            |
| Controle                 | 5,5 | 29,5      | 123,2 | 0,4        | 10,3        | 0,3            | 1,0          | 1,2        |
| Microbian<br>o 1         | 5,9 | 32,8      | 124,0 | 2,7        | 6,6         | 0,4            | 2,4          | 3,6        |
| Microbian<br>o 2         | 6,1 | 37,3      | 123,8 | 2,9        | 7,9         | 0,4            | 2,8          | 1,0        |
| <b>Com Polpa Cítrica</b> |     |           |       |            |             |                |              |            |
| Controle                 | 4,2 | 36,7      | 51,4  | 0,6        | 3,9         | 0,1            | 0,01         | 9,2        |
| Microbian<br>o 1         | 4,3 | 28,2      | 50,3  | 0,5        | 3,9         | 0,1            | 0,01         | 13,8       |
| Microbian<br>o 2         | 4,3 | 29,1      | 47,4  | 0,4        | 3,9         | 0,1            | 0,02         | 10,4       |

Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2004).

### 3.6 CASCA DE CAFÉ

No Brasil, há grande produção de resíduos agro-industriais, destacando-se a de casca de café, subproduto utilizado como aditivo absorvente na ensilagem de gramíneas ou como parte da dieta de ruminantes (SOUZA *et al.*, 2003).

A utilização da casca de café na alimentação de ruminantes pode promover redução do consumo voluntário dos bovinos, com reflexo significativo no desempenho animal, principalmente quando é o principal alimento da dieta, pois alguns compostos presentes na casca podem ter efeito negativo no consumo animal, como cafeína, taninos e polifenóis, além de altos teores de lignina (CABEZAS *et al.*, 1978). Vilela *et al.* (2001) concluíram que é possível substituir até 42% do volumoso (cana-de-açúcar e capim-elefante) da dieta pela casca de café.

Quadros *et al.* (2002) verificaram que a inclusão de até 10% de casca de café na ensilagem de capim-elefante não reduziu a degradabilidade da MS. Também Bernardino *et al.* (2005) verificaram que a inclusão de até 10% de casca de café na ensilagem de capim-elefante não compromete o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

Segundo Jones e Jones (1996), a capacidade de retenção de umidade dos aditivos absorventes pode variar com o tipo de material utilizado, observando-se que materiais

com maior lignificação têm maior capacidade de retenção de água. Entretanto, de acordo com esses autores, apesar de altamente absorventes, esses aditivos reduzem o valor nutritivo da silagem.

A casca de café, resíduo proveniente do beneficiamento do grão, por apresentar elevado conteúdo de matéria seca e propriedades higroscópicas, pode atuar como aditivo absorvente (SOUZA *et al.*, 2003).

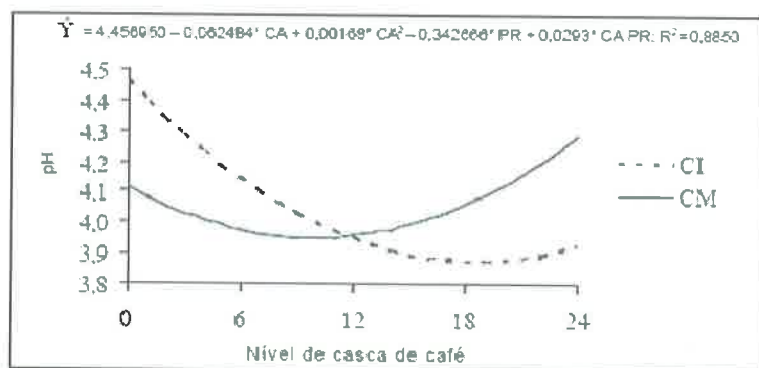
Além do alto teor de MS, a concentração de carboidratos solúveis da casca, 17,1% (SOUZA *et al.*, 2001), também pode contribuir para abaixamento do pH, uma vez que estes são os principais substratos utilizados pelas bactérias produtoras de ácido láctico (McDONALD, 1981; ROTZ; MUCK, 1994). Os maiores teores de carboidratos ácidos digeríveis determinados na casca de café em relação ao capim-elefante (Tabela 13) é indicativo de que este resíduo pode contribuir para melhora do padrão de fermentação das silagens de capins (SOUZA *et al.*, 2003).

Souza *et al.* (2003) avaliaram os efeitos de diferentes níveis de casca de café (0, 8,7; 17,4; 26,1; e 34,8 kg de casca de café/100 kg de forragem fresca) sobre a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim-elefante e observaram que o teor de MS aumentou em função dos níveis crescentes de casca, estimando-se acréscimo de 0,54% por unidade de casca de café adicionada. Como consequência do aumento nos teores de carboidratos fermentescíveis, os valores de pH foram menores para silagens com casca, estimando-se valor mínimo de 3,78 para o nível de 26,87% de casca.

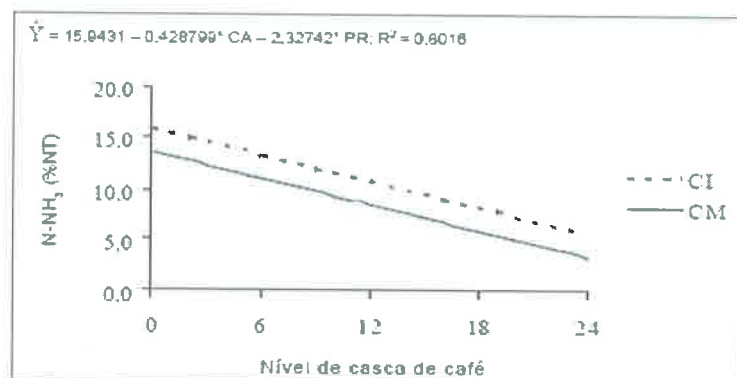
O teor de PB (8,9%) da silagem sem casca de café foi inferior aos 11,1% verificados na forragem fresca e silagens com casca de café. A adição de casca de café ao capim-elefante resultou em silagens com menores teores de fibra em detergente neutro e hemicelulose, ao mesmo tempo em que teores de lignina das silagens foram aumentados. Foi estimada uma redução de apenas 0,14% na DIVMS das silagens por unidade de casca de café adicionada (SOUZA *et al.*, 2003).

A casca de café, em níveis iguais ou superiores a 17,4 kg de casca/100 kg de forragem fresca, revelou ser um bom aditivo para a ensilagem de capim-elefante com alto teor de umidade (SOUZA *et al.*, 2003).

Recentemente, Faria *et al.* (2007) avaliaram os efeitos do processamento (inteira ou moída) e da inclusão de diferentes níveis de casca de café (0, 6, 12, 18 e 24% da matéria natural) sobre a composição químico-bromatológica, características fermentativas e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) de silagens de capim-elefante e verificaram que a casca de café foi eficiente como aditivo absorvente e, apesar de não ter melhorado as características bromatológicas das silagens, pode ser utilizada inteira ou moída, em proporções de até 12%, para melhora das características fermentativas da silagem, com redução dos teores de nitrogênio amoniacal e promoção de valores adequados de pH (Figuras 2 e 3).



**Figura 2:** pH da silagem de capim-elefante produzida com diferentes níveis de casca de café inteira (CI) ou moída (CM)  
Fonte: Adaptado de Faria *et al.* (2007).



**Figura 3:** Teores de N-NH<sub>3</sub> da silagem de capim-elefante produzida com diferentes níveis de casca de café inteira (CI) ou moída (CM)  
Fonte: Adaptado de Faria *et al.* (2007).

Todavia, Faria *et al.* (2007) verificaram que houve redução linear nos coeficientes de digestibilidade *in vitro* das silagens em função do nível de inclusão de casca de café na ensilagem, o que pode estar associado à porcentagem de lignina da casca de café (Tabela 13).

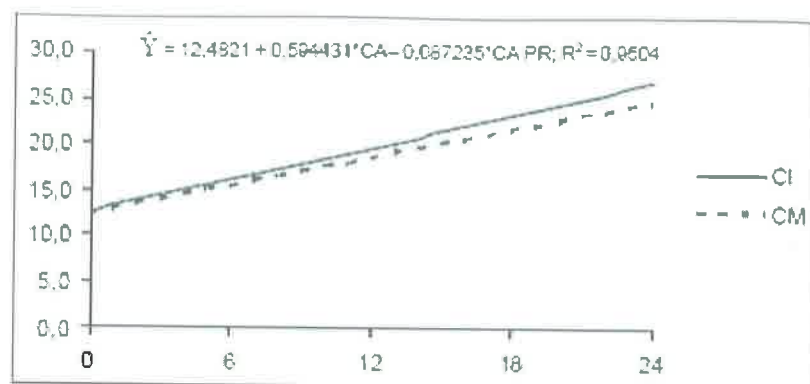
Na Tabela 13, observa-se que o capim-elefante ensilado por Faria *et al.* (2007) e Bernardino *et al.* (2005) apresentaram teores de matéria seca próximos a 12%, enquanto que o capim-elefante estudado por Carvalho *et al.* (2007) apresentou valores acima de 17% de MS, o que poderia impedir a confecção de silagens de boa qualidade, uma vez que a água favoreceria o crescimento de microrganismos indesejáveis à fermentação.

A inclusão de aditivos absorventes e/ou nutrientes para melhoria dos teores de MS (Figura 4) e de qualidade seriam altamente recomendáveis, mesmo com alguma redução no valor nutricional da qualidade das silagens (Figura 5). A casca de café mostrou-se eficiente em aumentar o teor de MS da silagem de capim-elefante contribuindo para produção de silagens com maiores disponibilidade de nitrogênio e menores teores de FDN. A adição de casca de café no nível de 17,4 kg/100 kg de forragem fresca, ensilada com alto teor de umidade, garantiu a produção de silagens com bom valor nutritivo (SOUZA *et al.*, 2003).

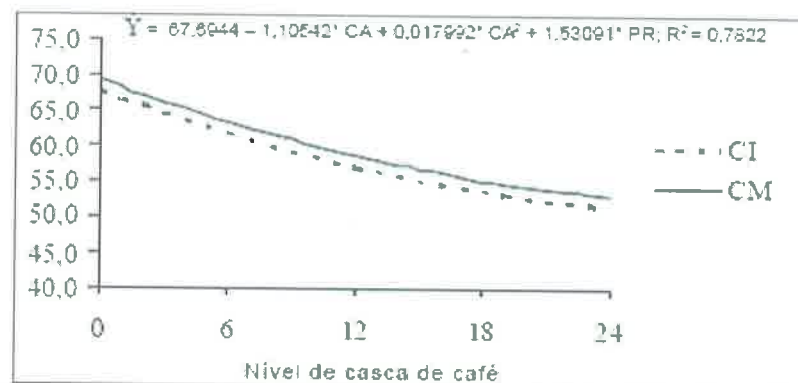
**Tabela 13:** Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-elefante e casca de café utilizados em Viçosa-MG, por Faria *et al.* (2007); Carvalho *et al.* (2007); Bernardino *et al.* (2005) e Souza *et al.* (2003)

|                      | Faria <i>et al.</i> (2007) |               | Carvalho <i>et al.</i> (2007) |               | Bernardino <i>et al.</i> , (2005) |               | Souza <i>et al.</i> (2003) |               |
|----------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
|                      | Capim-elefante             | Casca de café | Capim-elefante                | Casca de café | Capim-elefante                    | Casca de café | Capim-elefante             | Casca de café |
| MS (%)               | 12,7                       | 81,2          | 17,2                          | 90,6          | 12,4                              | 89,3          | 14,4                       | 81,6          |
| PB <sup>1</sup>      | 11,8                       | 8,2           | 8,7                           | 9,8           | 9,8                               | 8,3           | 11,1                       | 9,3           |
| FDN <sup>1</sup>     | 66,67                      | 62,20         | 71,3                          | 69,3          | 74,5                              | 64,3          | 69,6                       | 52,7          |
| FDA <sup>1</sup>     | 47,2                       | 50,3          | 48,2                          | 51,7          | 50,2                              | 48,3          | 43,5                       | 39,8          |
| Lignina <sup>1</sup> | 11,32                      | 16,86         | 5,6                           | 16,1          | 7,6                               | 14,1          | 6,7                        | 8,7           |
| DIVMS <sup>1</sup>   | 68,23                      | 50,79         | 61,1                          | 51,1          | 62,6                              | 47,2          | 66,5                       | 54,8          |

<sup>1</sup> (% da MS)



**Figura 4:** Teores de MS da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de casca de café inteira (CI) ou moída (CM)  
Fonte: Adaptado de Faria *et al.* (2007).



**Figura 5:** Digestibilidade *in vitro* da MS da silagem de capim-elefante produzida com diferentes níveis de casca de café inteira (CI) ou moída (CM)  
Fonte: Adaptado de Faria *et al.* (2007).

Bernardino *et al.* (2005) avaliaram os efeitos da adição de 10, 20, 30 e 40% de casca de café ao capim-elefante, com base na matéria natural, e encontraram que a casca de café foi eficiente na redução da umidade da silagem, estimando-se acréscimo de 0,69% no teor de matéria seca para cada unidade percentual de casca adicionada.

Houve redução linear do pH com aumento dos níveis do aditivo das silagens estudadas por Bernardino *et al.* (2005), com efeito quadrático nos teores de proteína bruta, estimando-se teor máximo de 10,0% com a adição de 26,3% de casca

(Tabela 14). A adição de casca promoveu reduções nos teores de nitrogênio amoniacal, fibra em detergente neutro e DIVMS e aumentos lineares dos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido e lignina, com produção de efluente apenas nas silagens com 0 e 10% de casca de café.

**Tabela 14:** Composição bromatológica e parâmetros de fermentação (pH e N-NH<sub>3</sub>) das silagens estudadas por Bernardino *et al.* (2005)

|                               | Nível de casca de café |      |      |      |      |
|-------------------------------|------------------------|------|------|------|------|
|                               | 0                      | 10   | 20   | 30   | 40   |
| MS (%)                        | 12,6                   | 18,0 | 24,9 | 33,0 | 39,9 |
| PB (% da MS)                  | 5,8                    | 4,7  | 4,4  | 4,1  | 4,0  |
| FDN (% da MS)                 | 74,3                   | 73,1 | 67,6 | 66,5 | 66,6 |
| FDA (% da MS)                 | 51,6                   | 55,7 | 53,4 | 53,6 | 53,6 |
| Lignina (% da MS)             | 8,4                    | 11,1 | 12,7 | 14,1 | 14,0 |
| DIVMS (% da MS)               | 57,6                   | 50,1 | 47,4 | 49,6 | 45,7 |
| pH                            | 5,1                    | 4,7  | 4,4  | 4,1  | 4,0  |
| N-NH <sub>3</sub> (% N-total) | 28,7                   | 12,4 | 5,6  | 2,8  | 1,9  |

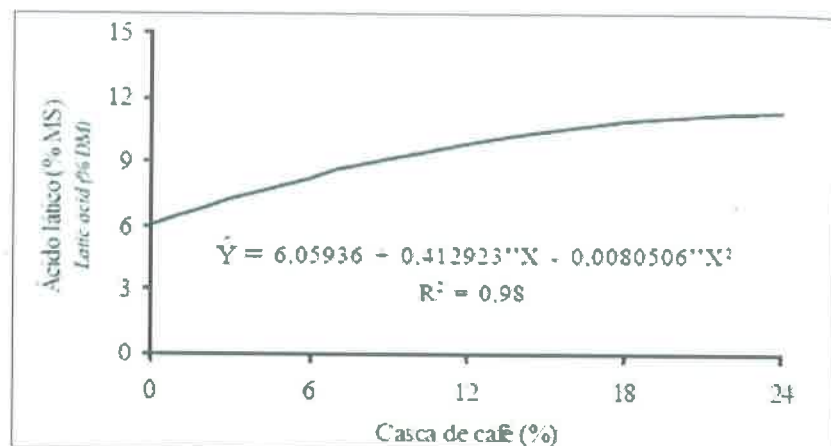
Fonte: Adaptado de Bernardino *et al.* (2005).

A casca de café foi eficiente como aditivo, reduzindo o teor de umidade das silagens de capim-elefante e eliminando totalmente a produção de efluente a partir do nível de 20,0% de inclusão (BERNARDINO *et al.*, 2005).

A adição de casca de café na ensilagem do capim-elefante com 12% de matéria seca melhorou as características fermentativas da silagem, diminuindo os teores de pH e nitrogênio amoniacal. Entretanto, sua inclusão promoveu acréscimo nos teores de FDN, NIDA e lignina, além de redução da digestibilidade *in vitro* (BERNARDINO *et al.*, 2005).

Também Carvalho *et al.* (2007) avaliaram a composição química, digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e características fermentativas de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de casca de café e observaram aumento dos teores de MS, FDA, nitrogênio insolúvel em detergente ácido e lignina, em função dos níveis de casca de café. O teor de PB apresentou comportamento quadrático, estimando-se valor máximo de 9,9% de PB para o nível de 16,4% de adição de casca de café. Os valores de FDN reduziram linearmente e teores de ácido láctico das silagens comportaram-se de maneira quadrática em função dos níveis de casca de café, estimando-se valor máximo de 11,4% para o nível de 25,6% de casca. A casca de

café foi eficiente no aumento do teor de MS, proporcionando bom padrão de fermentação, representado pelos teores de ácido láctico das silagens (Figura 6), com diminuição da digestibilidade *in vitro* da MS.



**Figura 6:** Estimativa dos valores de ácido láctico (% da MS) das silagens em função de diferentes níveis de casca de café (CARVALHO *et al.*, 2007)

Assim, o uso da casca de café como aditivo em silagens é dependente dos teores de umidade que o material a ser ensilado apresenta. Como estratégia, forragens com valores entre 12 e 15% de matéria seca necessitariam da adição de 20% de casca de café para se obter silagens de bons padrões de fermentação.

### 3.7 FUBÁ, MELAÇO E URÉIA

Neste sentido, Andrade e Melotti (2004) estudaram o uso de aditivos nutrientes e/ou absorventes na ensilagem de capim-elefante, com 80 dias de crescimento. Os tratamentos consistiram em: sem aditivos (T1); 0,5% de uréia (T2); 10% de fibra de algodão (T3); 10% de feno de capim-elefante (T4); 10% de feno de guandu (T5); emurchecimento por 6 horas (T6); 2% de resíduo de varredura de usina de açúcar (T7); 2% de fubá de milho (T8); 4% de fubá de milho (T9); 6% de fubá de milho (T10); 2% de fubá de milho e 0,5% de uréia (T11); 4% de fubá de milho e 0,5% de uréia (T12); 6% de fubá de milho e 0,5% de uréia

(T13); 1% de melaço em pó (T14); 2% de melaço em pó (T15); 3% de melaço em pó (T16); 1% de melaço em pó e 0,5% de uréia (T17); 2% de melaço em pó e 0,5% de uréia (T18); 3% de melaço em pó e 0,5% de uréia (T19); inoculante bacteriano denominado Biosilo (T20).

**Tabela 15:** Composição e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-elefante e dos aditivos nutrientes e/ou absorventes utilizados por Andrade e Melotti (2004)

|                      | MS    | FDN   | FDA   | PB    | CS    | DIVMS |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Capim-elefante       | 15,29 | 68,70 | 44,70 | 7,43  | 9,87  | 43,50 |
| CE emurchecido       | 19,99 | 69,50 | 45,93 | 7,70  | 9,65  | 42,90 |
| Fubá                 | 92,10 | 9,70  | 3,63  | 8,80  | 7,50  | Nd    |
| Melaço em pó         | 96,10 | 0,66  | 0,30  | 2,55  | 97,50 | Nd    |
| Resíduo de Varredura | 91,20 | 0,32  | 0,14  | 0,90  | 97,80 | Nd    |
| Feno CE              | 83,20 | 72,70 | 49,50 | 7,33  | 0,80  | 41,50 |
| Feno Guandú          | 84,80 | 69,80 | 45,40 | 25,00 | 0,65  | 44,50 |
| Fibra de algodão     | 93,00 | 96,00 | 63,50 | 3,50  | 0,0   | 47,00 |
| Uréia                | 96,00 | nd    | nd    | 255   | nd    | nd    |

nd=não determinado

Fonte: Adaptado de Andrade e Melotti (2004).

Andrade e Melotti (2004) observaram que o pH foi maior nos tratamentos controle-T1 (5,36) e 10% de feno de guandu-T5(5,33), sendo que nos demais, o índice variou de 4,29 a 3,89, sendo estatisticamente semelhante entre si e considerado dentro da faixa ideal. Os maiores teores de nitrogênio amoniacal foram obtidos nos tratamentos compostos de uréia (T2, T11, T12, T13, T17 e T18) e os tratamentos que utilizaram fibra de algodão-T3 e feno de capim-elefante-T4 (Tabela 16).

Em comparação ao uso isolado da uréia, a inclusão de 3% de melaço junto à uréia reduziu a produção de nitrogênio amoniacal e o valor obtido foi semelhante aos demais tratamentos. De maneira geral, as silagens se mostraram predominantemente lácticas e a concentração de ácido láctico foi semelhante entre os diversos tratamentos. Todavia o uso de 0,5% de uréia e 10% de fibra de algodão apresentaram maior produção de ácido butírico e os tratamentos com fubá de milho-T9 e 0,5% de uréia-T2 apresentaram os maiores teores de ácido acético (ANDRADE; MELOTTI, 2004).

**Tabela 16:** Teores de matéria seca antes e depois da ensilagem, proteína bruta e perfil fermentativo das silagens de capim-elefante com diferentes aditivos nutrientes e/ou absorventes estudadas por Andrade e Melotti (2004)

| Tratamentos                       | MS<br>antes | MS<br>depois | PB     | pH   | N-NH <sub>3</sub> | Ácido<br>Láctico | Ácido<br>Acético | Ácido<br>Butírico |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| T1-Controle (sem aditivo)         | 15,2        | 15,6f        | 6,2cd  | 4,1b | 12,4d             | 2,4 <sup>a</sup> | 0,3b             | 0,0b              |
| T2-uréia (0,5%)                   | 16,1        | 15,5f        | 9,2b   | 5,4a | 35,7abc           | 10 <sup>a</sup>  | 1,8a             | 0,6a              |
| T3-fibra de algodão (10%)         | 21,5        | 23,2a        | 6,47cd | 5,3a | 36,1ab            | 1,8 <sup>a</sup> | 0,7b             | 1,7a              |
| T4-feno capim-elefante (10%)      | 24,5        | 25,9b        | 6,5cd  | 4,3b | 25,6bcd           | 2,5 <sup>a</sup> | 0,5b             | 0,12b             |
| T5-feno de guandu(10%)            | 24,7        | 25,8a        | 9,2b   | 4,2b | 8,3d              | 1,4 <sup>a</sup> | 0,6b             | 0,14b             |
| T6-<br>emurchecimento por 6 horas | 20          | 19,8cd       | 7,3cd  | 4,1b | 15,2d             | 1,8 <sup>a</sup> | 0,3b             | 0,02b             |
| T7-resíduo de varredura (2%)      | 17,1        | 16,5de       | 7,6c   | 4,1b | 13,7d             | 4,7 <sup>a</sup> | 0,7b             | 0,00b             |
| T8 -fubá (2%)                     | 16,8        | 16,9de       | 6,2cd  | 4,0b | 13,7d             | 2,5 <sup>a</sup> | 0,3b             | 0,00b             |
| T9- fubá (4%)                     | 19,8        | 20,4c        | 6,5cd  | 4,0b | 12,9d             | 5,0a             | 1,1a             | 0,08b             |
| T10-fubá (6%)                     | 21,8        | 21,6c        | 6,8cd  | 4,0b | 12,0d             | 4,4 <sup>a</sup> | 0,3b             | 0,00b             |
| T11- fubá (2%) + uréia (0,5%)     | 17,8        | 18,0de       | 12,2a  | 4,2b | 36,7ab            | 5,3 <sup>a</sup> | 0,5b             | 0,04b             |
| T12- fubá (4%) + uréia (0,5%)     | 19,6        | 20,3c        | 12,2a  | 4,3b | 49,4a             | 2,0a             | 0,8b             | 0,05b             |
| T13- fubá (6%) + uréia (0,5%)     | 20,9        | 20,4c        | 12,2a  | 4,2b | 46,9a             | 2,2 <sup>a</sup> | 0,4b             | 0,01b             |
| T14- melaço em pó (1%)            | 16          | 16,9de       | 6,2cd  | 4,0b | 10,5d             | 3,6 <sup>a</sup> | 0,2b             | 0,00b             |
| T15-melaço em pó (2%)             | 17          | 17,6de       | 6,4cd  | 3,9b | 10,3d             | 3,3 <sup>a</sup> | 0,2b             | 0,00b             |
| T16-melaço em pó (3%)             | 17,9        | 16,7de       | 6,5cd  | 3,9b | 9,4d              | 4,0a             | 0,3b             | 0,00b             |
| T17-melaço (1%) + uréia (0,5%)    | 16,6        | 17,2de       | 12,7a  | 4,2b | 34,9abc           | 1,2 <sup>a</sup> | 0,5b             | 0,04b             |
| T18- melaço (2%) + uréia (0,5%)   | 17,9        | 18,2de       | 12,8a  | 4,1b | 34,4abc           | 5,2 <sup>a</sup> | 0,4b             | 0,04b             |
| T19- melaço (3%) + uréia (0,5%)   | 18,4        | 17,6cd       | 12,9a  | 4,0b | 11,5d             | 4,8 <sup>a</sup> | 0,4b             | 0,00b             |
| T20- inoculante bacteriano        | 15,2        | 15,9f        | 6,0cd  | 4,1b | 15,2d             | 2,6 <sup>a</sup> | 0,5b             | 0,03b             |

Fonte: Adaptado de Andrade e Melotti (2004).

Andrade e Melotti (2004) obtiveram coeficientes de DIVMS entre 26,36 a 51,31% e perdas de MS superiores em T2 (11,08%), T3 (10,50%) e T4 (9,80%), o que indica que alguns aditivos nutrientes e/ou absorventes podem ser prejudiciais a boa conservação do material ensilado, entre eles, destaca-se a uréia. Da mesma maneira, algumas fontes de fibra podem interferir na compactação, impedindo a rápida acidificação da massa ensilada, podendo produzir silagens com fermentações indesejáveis, tal como fenos e fibra de algodão.

**Tabela 17:** Médias de digestibilidade *in vitro* e perdas de matéria seca das silagens de capim-elefante com diferentes aditivos nutrientes e/ou absorventes estudadas por Andrade e Melotti (2004)

| Tratamentos                     | DIVMS              | Perdas de MS (%d da MS) |
|---------------------------------|--------------------|-------------------------|
| T1-Controle (sem aditivo)       | 41,62abcde         | 6,80b                   |
| T2-uréia (0,5%)                 | 34,47abcde         | 11,00a                  |
| T3-fibra de algodão (10%)       | 27,62dc            | 10,50a                  |
| T4-feno capim-elefante (10%)    | 34,12abcde         | 9,80b                   |
| T5-feno de guandu(10%)          | 26,36e             | 7,00b                   |
| T6- emurchecimento por 6 horas  | 41,71abcde         | 6,70b                   |
| T7-resíduo de varredura (2%)    | 42,89abcd          | 6,85b                   |
| T8 -fubá (2%)                   | 41,36abcde         | 6,70b                   |
| T9- fubá (4%)                   | 45,68abc           | 7,20b                   |
| T10-fubá (6%)                   | 41,81abcde         | 5,70b                   |
| T11- fubá (2%) + uréia (0,5%)   | 50,30ab            | 6,60b                   |
| T12- fubá (4%) + uréia (0,5%)   | 51,31 <sup>a</sup> | 7,10b                   |
| T13- fubá (6%) + uréia (0,5%)   | 41,82abcde         | 7,10b                   |
| T14- melaço em pó (1%)          | 40,03abcde         | 6,80b                   |
| T15-melaço em pó (2%)           | 46,84abc           | 6,65b                   |
| T16-melaço em pó (3%)           | 45,25abc           | 6,80b                   |
| T17-melaço (1%) + uréia (0,5%)  | 43,73abc           | 6,90b                   |
| T18- melaço (2%) + uréia (0,5%) | 47,15bc            | 7,10b                   |
| T19- melaço (3%) + uréia (0,5%) | 49,65ab            | 6,85b                   |
| T20- inoculante bacteriano      | 32,52de            | 7,00b                   |

Fonte: Adaptado de Andrade e Melotti (2004).

O uso de uréia como aditivo em silagens, seria apenas naqueles casos onde a forrageira a ser ensilada apresentasse elevados níveis de carboidratos fermentescíveis e baixos teores de proteína bruta, justificando seu uso na ensilagem, uma vez que seria mais seguro seu fornecimento juntamente com o suplemento concentrado, uma vez que há limites e riscos quando consumida em excesso.

### 3.8 RESTOS DE CULTURAS

Segundo Prates (1995) o termo palhada diz respeito aos colmos (hastes), restos de espiga e uma proporção variável de folhas (bainha e lâmina), após a colheita do grão. A proporção de folhas dependem em parte da espécie e variedade, mas também do estágio de maturidade na colheita e da regulação da maquinaria. As palhadas são, portanto, constituídas principalmente por colmos, que é a parte da planta mais rica em parede celular lignificada e a mais pobre em constituintes citoplasmáticos.

Os restos de cultura, aqui chamados de palhadas, apresentam amplo potencial de utilização na alimentação de ruminantes, sendo disponíveis, geralmente no período de escassez de forragens verdes, que ocorrem na época fria e seca do ano. Todavia, a utilização desses resíduos na alimentação animal irá depender de uma série de fatores, tais como, proximidade dos rebanhos e culturas, características nutricionais das palhadas, custos de transporte e preparo desses resíduos.

Em função da maioria dos produtos principais como grãos, sementes, frutos, raízes e tubérculos comestíveis serem colhidos em estágio de maturação avançado, quando comparada as forrageiras, as palhadas são mais secas, fibrosas, pobres em proteína, minerais e vitaminas, sendo ainda menos digestivas, apresentando valores reduzidos de NDT.

A utilização de alimentos fibrosos e subprodutos na alimentação dos ruminantes tem sido freqüentemente abordada e estudada. Trabalhos sobre o assunto mostram que esses materiais são basicamente fonte de energia, proveniente dos carboidratos, celulose e hemicelulose e, dependendo do material, pequena parte das substâncias pécticas. Por sua vez, esses carboidratos estruturais estão associados à substâncias como lignina, formando uma estrutura complexa e de difícil degradação pelos microrganismos do rúmen, consequentemente ocasionando enchimento ruminal e influenciando negativamente na digestibilidade.

A quantidade nitrogênio total ou de proteína bruta total presentes nesses volumosos além de freqüentemente estar em quantidade aquém do mínimo para a fermentação adequada dos compostos dietéticos no rúmen, é considerada de baixa degradabilidade no rúmen, com grande parte do nitrogênio

total associado aos constituintes da parede celular (VAN SOEST; MASON, 1991).

### 3.9 RESÍDUO DE SOJA

Evangelista *et al.* (2002) concluíram que a adição de farelo de soja na ensilagem da cana-de-açúcar proporcionou melhoria significativa nas características nutricionais da silagem, entretanto a decisão pelo tipo de material absorvente depende não somente dos seus efeitos positivos, mas também da viabilidade econômica de tal uso.

Segundo Freitas *et al.* (2006), o resíduo da colheita da soja é um aditivo absorvente e/ou nutriente interessante para ensilagem de cana-de-açúcar, pois é composto de grãos, pequenos e quebrados, vagens, hastes e folhas, ressaltando-se que grãos de soja contribuem com, aproximadamente, 50% da composição, o que confere elevado valor nutritivo.

**Tabela 18:** Composições químicas e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) da cana-de-açúcar e do resíduo da colheita da soja (resíduo) utilizados por Freitas *et al.* (2006)

|                                 | Cana-de-açúcar | Resíduo de Soja |
|---------------------------------|----------------|-----------------|
| MS (%)                          | 28,6           | 85,1            |
| PB (% da MS)                    | 2,6            | 33,3            |
| Carboidratos solúveis (% da MS) | 59,9           | 9,6             |
| FDN (% da MS)                   | 36,2           | 32,8            |
| FDA (% da MS)                   | 23,6           | 22,6            |
| Lignina (% da MS)               | 15,2           | 15,1            |
| DIVMS (% da MS)                 | 77,5           | 83,9            |

Fonte: Adaptado de Freitas *et al.* (2006).

Freitas *et al.* (2006) avaliaram características fermentativas e qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos microbianos e enriquecida com 10% de resíduo da colheita de soja, com base em matéria natural da cana (Tabela 18), e verificaram melhora nos teores de MS e PB, o que pode ser uma estratégia interessante para a ensilagem de forragens pobres em proteína bruta e em casos de alto teor de umidade (Tabela 19).

**Tabela 19:** Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e carboidratos solúveis (CS) do material original e das silagens de cana-de-açúcar de acordo com os tratamentos utilizados por Freitas *et al.* (2006)

| Silagens                            | MS    | PB    | FDN   | CS    |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Antes da ensilagem</b>           |       |       |       |       |
| Cana-de-açúcar (Controle)           | 28,6  | 2,6   | 36,2  | 59,9  |
| Cana-de-açúcar +L. <i>plantarum</i> | 28,0  | 2,5   | 35,9  | 59,7  |
| Cana-de-açúcar +L. <i>buchneri</i>  | 27,7  | 2,4   | 36,0  | 59,9  |
| Cana-de-açúcar +Resíduo de soja     | 34,3  | 10,2  | 35,3  | 48,9  |
| <b>Após a ensilagem (</b>           |       |       |       |       |
| Cana-de-açúcar (Controle)           | 21,4b | 3,4b  | 60,3b | 6,4 b |
| Cana-de-açúcar +L. <i>plantarum</i> | 20,0b | 3,4b  | 64,5a | 5,6 b |
| Cana-de-açúcar +L. <i>buchneri</i>  | 20,7b | 3,3b  | 64,7a | 4,8 b |
| Cana-de-açúcar +Resíduo de soja     | 28,0a | 12,1a | 52,5c | 9,8 a |

Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ )

Fonte: Adaptado de Freitas *et al.* (2006).

Segundo Freitas *et al.* (2006), embora a adição do resíduo da colheita de soja tenha promovido aumento do pH final da silagem, os tratamentos com resíduo diminuíram em 33% as perdas de matéria seca das silagens e em 60% o teor de N-amoniaco em relação ao nitrogênio total (Tabela 20). A adição dos inoculantes reduziu o pH da silagem quando em associação ao resíduo de soja, não exercendo efeito significativo sobre outros parâmetros estudados. Em todos os tratamentos, as silagens apresentaram maiores concentrações dos componentes da fibra e redução nos teores de MS em relação ao material original, antes da ensilagem. Nos tratamentos com resíduo, os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram superiores aos obtidos nos demais tratamentos. Quando comparado o material utilizado para ensilagem, a redução na digestibilidade foi superior para tratamentos sem resíduo (24,3 vs 9,3%).

A associação do resíduo da colheita de soja à cana-de-açúcar para ensilagem proporcionou melhor qualidade nutritiva, com menores perdas de MS e carboidratos solúveis, principalmente na forma de gases, e, conseqüentemente, menor acúmulo dos componentes da parede celular, além de redução na DIVMS da forragem (Freitas *et al.*, 2006).

**Tabela 20:** Média dos valores de pH, nitrogênio amoniacal, perdas de matéria seca e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de cana-de-açúcar de acordo com os tratamentos utilizados por Freitas *et al.* (2006)

| Silagens                            | pH  | N-NH <sub>3</sub> | Perdas de MS | DIVMS |
|-------------------------------------|-----|-------------------|--------------|-------|
| Cana-de-açúcar (Controle)           | 3,5 | 13,3              | 31,1         | 60,0  |
| Cana-de-açúcar +L. <i>Plantarum</i> | 3,5 | 14,3              | 35,3         | 57,5  |
| Cana-de-açúcar +L. <i>Buchneri</i>  | 3,5 | 11,6              | 33,2         | 58,5  |
| Cana-de-açúcar +Resíduo de soja     | 3,9 | 4,8               | 22,4         | 69,8  |

Fonte: Adaptado de Freitas *et al.* (2006).

Vale ressaltar que a adoção de resíduos de colheita no processo de ensilagem deve ser tomada após a verificação de fatores relacionados ao padrão de fermentação da silagem, uso pelos animais, além de prováveis custos relacionados a possível presença de impurezas (sementes de invasoras), associados a manutenção da pastagem, quando os animais estiverem mantidos na mesma.

### 3.10 FARELO DE BATATA

O resíduo agrícola da batata, a batata diversa, torna-se uma alternativa viável em função de ser constituída de 57% de amido na MS e da grande quantidade produzida anualmente. Segundo a Associação Brasileira da Batata (ABBA, 2004), o volume anual desperdiçado chega a 100 mil toneladas. Batata diversa é o nome atribuído ao tubérculo impróprio para o consumo humano, por não alcançar padrões de comercialização. Porém, pode ser alternativa para a alimentação de ruminantes por apresentar altos teores de amido e baixo custo, em regiões nas quais está disponível (REZENDE *et al.*, 2007).

A batata diversa *in natura* apresenta alto percentual de deterioração, tornando difícil a manutenção da qualidade bromatológica, o que dificulta o armazenamento. Possivelmente, a melhor maneira de utilizá-la na alimentação animal é sob a forma conservada, seja através de desidratação ou ensilagem em associação com algum

material que necessite de elevação do teor de matéria seca. Assim, o farelo de batata diversa como fonte de aditivo para ensilagem de capim-Napier pode ser alternativa para elevação do teor de MS da silagem, possibilitando fermentações desejáveis dentro do silo (REZENDE *et al.*, 2007).

No experimento de Rezende *et al.* (2007) observaram-se teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) na MS, valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de silagens de capim elefante em função dos níveis de farelo de batata diversa e verificaram redução nos teores de FDN das silagens, acompanhando pela elevação do pH. Todavia, há de se destacar que os valores de pH das silagens estão abaixo de 4,0, indicando boa conservação do material ensilado (Tabela 22).

**Tabela 22:** Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) na MS, degradabilidade potencial e efetiva da MS e FDN e valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), dos tratamentos utilizados por Resende *et al.* (2007)

|                               | Nível de farelo de batata |       |       |       |       |
|-------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                               | 0                         | 5     | 10    | 15    | 20    |
| MS (%)                        | 33,6                      | 36,5  | 39,7  | 41,1  | 42,2  |
| PB (% da MS)                  | 6,1                       | 6,6   | 7,7   | 7,7   | 8,0   |
| FDN (% da MS)                 | 73,1                      | 71,3  | 63,0  | 59,0  | 52,5  |
| DP da MS (k=0,05)             | 54,22                     | 61,15 | 62,48 | 62,88 | 65,95 |
| DEf da MS (k=0,05)            | 30,21                     | 35,77 | 41,31 | 44,95 | 48,32 |
| DP da FDN (k=0,05)            | 51,43                     | 56,84 | 55,89 | 55,67 | 60,78 |
| DEf da FDN (k=0,05)           | 23,39                     | 28,81 | 29,18 | 29,50 | 32,19 |
| pH                            | 3,71                      | 3,75  | 3,87  | 3,96  | 4,00  |
| N-NH <sub>3</sub> (% N-total) | 2,38                      | 3,99  | 4,85  | 5,44  | 5,50  |

Fonte: Adaptado de Rezende *et al.* (2007).

Rezende *et al.* (2007) verificaram que adições de 15% e 20% de farelo de batata diversa à silagem de capim-Napier, proporcionaram melhores resultados que caracterizam uma boa silagem e maiores valores de degradabilidade ruminal *in situ* da MS e FDN.

Assim, quando há disponibilidade regional de produtos, recomenda-se inclusão em silagens de gramíneas, uma vez que poderão melhorar o valor nutricional das silagens, sem interferir no processo de ensilagem.

### 3.11 OUTROS RESÍDUOS

Atualmente, muitos resíduos apresentam potencial para uso na alimentação, destacando-se palhadas de milho, de sorgo, de trigo e de arroz, assim como farelos de arroz integral e desengordurado, entre outros alimentos (BOSE; MARTINS FILHO, 1984; GARCIA; PIRES, 1998; PRATES, 1995; VELLOSO, 1984).

Frente aos novos desafios de se criar estratégias para utilização de subprodutos da agroindústria, critérios devem ser definidos para utilização como aditivos em silagens, uma vez que características como composição, capacidade de absorção de água, disponibilidade, custo e facilidade de compactação devem ser levados em conta para escolha da melhor opção.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento na produção e industrialização de produtos agrícolas diversos, bem como a criação de suínos e aves, tem proporcionado aumento na produção de resíduos que devido ao grande volume produzido, baixo custo relativo e características químicas e físicas interessantes apresentam grande potencial de utilização na alimentação de ruminantes. A quantidade de resíduo incluso no processo de ensilagem depende, entre outros fatores, do custo, facilidade de aquisição, disponibilidade local, característica nutricional e influência no processo de fermentação do material, as quais muitas vezes são limitantes ao uso.

## 5 REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. J. S. **Diferentes subprodutos da mandioca na alimentação de bovinos visando a produção de carne e leite**. 2000. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2000.
- ANDRADE, S.J.T., MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Brazilian Journ al of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, p.409-415, 2004.
- ASHBELL, G. **Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed**. In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGRO-INDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA/UEPAE, 1992.

ASHBELL, G., DONAHAYE, E. Laboratory trials on conservation of orange peel silage. **Agric. Wastes**, v.15, p.133-137, 1986.

ASHBELL, G., WEINBERG, Z. G. Orange peels: The effect of blanching and calcium hidroxide addition on ensiling losses. **Biol. Wastes**, v.23, p.73-77, 1988.

BARBOSA, M.A. Teores de ácido clonídrico, carboidrato e proteína em mandioca (*M. esculenta* Crantz), durante o segundo ciclo vegetativo. **Viçosa:UFV, 1988, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.**

BARRY, T.N.; DIMENNA, M.E.; WEBB, P.R. *et al.* Some observations on aerobic deterioration of untreated silages and in silages made with formaldehyde containing additives. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.31, n.1, p.133, 1980.

BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. **The effect of starch and pectinrich diets on quantitative aspects of digestion in sheep.** *Animal Feed Science Technology*, v.24, p.289-298, 1989.

BATISTA, H.S.M.; CAMARÃO, A.P.; FREITAS, M.C.M. Cultivares de mandioca para alimentação de ruminantes In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBZ, p.293, 1984.

BERNARDINO, F.S., GARCIA, R., ROCHA, F.C. *et al.* produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-Elefante Contendo Diferentes Níveis de Casca de Café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005 (supl.).

BOSE, M.L.V.; MARTINS FILHO, J.G. O papel dos resíduos agroindustriais na alimentação dos ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.3-7, 1984.

CARVALHO, G.G.P., GARCIA, R., PIRES, A.J.V. *et al.* Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007.

CARVALHO, J.L.H. A parte aérea da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.28-36, 1984.

CARVALHO, J. L. H. **A mandioca, raiz e parte aérea na alimentação animal.** Planaltina: CPAC/EMBRAPA, 1983. 43 p. (Circular Técnica Nº 17).

CARVALHO, J. L. H.; PEREIRA, E. A., COSTA, I. R. S. 1983. Parte aérea da mandioca na alimentação animal II. O farelo de parte aérea da mandioca na silagem do capim-elefante. **Planaltina, EMBRAPA - CPAC (EMBRAPA CAPC, Comunicado Técnico, 30).**

CARVALHO, L.A. **Pennisetum purpureum, Schum. Revisão.** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 86p. (EMBRAPA-CNPGL;Boletim da Pesquisa, 10).

CARVALHO, M.P. Citrus - bagaço de laranja peletizado. In: Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos. **Anais...** Piracicaba, SP, 171-214, 1995.

CARVALHO NETO, O.; WALTRICK de BEM, C.H. Mandioca. In: 6º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, Utilização de Resíduos Culturais e de Beneficiamento na Alimentação de Bovinos. 1994. p.215-228.

CARVALHO, V.D., PAULA, M.B.; JUSTE JR.; E.S.G. Efeito da época de colheita no rendimento e composição química de fenos da parte aérea de dez cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 4, n.1, p.43-59, 1985.

CARVALHO, V.D., KATO, M.S.A. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p. 23-28, 1987.

CEREDA, M.P. **Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca.** In: Cereda, M.P. (Ed). Resíduos da industrialização da mandioca. Botucatu: (s.n.), 1994. p.11-50.

CLEALE, R.M.; FIRKINS, J.L.; Van De BEEK, F. *et al.* Effect of inoculation of whole plant corn forage with *Pediococcus acidilactilli* and *Lactobacillus xylosus* on preservation of silage and heifer growth. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.3, p.711-718, 1990.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes.** Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

De FARIA, V.P. Técnicas de Produção de Silagens. In: Simpósio sobre o manejo da pastagem, 8. **Anais...** Piracicaba. FEALQ, 1986. p.119-144.

De FARIA, V. P., TOSI, H., SILVEIRA, A.C. Avaliação da polpa de laranja fresca e ensilada como alimento para bovinos. **O Solo**, v.63, n.2, p.49-55, 1971.

EUCLIDES, V. P. B., S'THIAIGO, L. R. L., SILVA, J. M.*et al.* Efeito da suplementação de rama de mandioca e grão de sorgo sobre a utilização da palha de arroz por novilhos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.6, p.631-643,1988.

FARIA, D.J.G.; GARCIA, R. PEREIRA, O.G. *et al.* Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.301-308, 2007.

FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchedido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FIALHO, E.T., BARBOSA, H. P., ABREU, J.L.M. **Análise proximal e valores energéticos de alguns alimentos para suínos.** Concórdia: CNPSA/EMBRAPA, 1991. 5 p. (Comunicado Técnico).

FREITAS, A.W.P., PEREIRA, J.C., ROCHA, F.C. *et al.* Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006.

GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia. **Anais...** Viçosa, MG. p.33-62, 1998.

GOMEZ, G. G., SANTOS, N. J., VALDIVESCO, G.M. **Utilizacion de raices y productos de yuca en la alimentacion animal.** In: Yuca, investigacion. Cali, Colombia: CIAT, 1982. p. 539-566.

GOMIDE, J. A. **Formação e utilização de capineira de capim elefante.** In.: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D. F. *et al.*, (Eds). Capim Elefante: produção e utilização. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.81-115.

GROXKO, M. Mandioca. In: Acompanhamento da Situação Agropecuária do Paraná. Governo do estado do Paraná, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB, Departamento de economia rural - DERAL. Curitiba, v.24, n.9, p.67-72, 1998.

HAIGH, P.M.; PARKER, J.W.G. Effect of silage additives and wilting on silage fermentation, digestibility and intake, and on live weight changes of young cattle. **Grass and Forage Science**, v.40, n.2, p.429, 1985.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p. 35-56, 1993.

HENDERSON, A.R.; McDONALD, P. The effect of range of commercial inoculants on the biochemical changes during the ensilage of grass in laboratory studies. **Research and Development in Agriculture**, v.1, n.1, p.171, 1984.

ÍTAVO, L.C.V., ÍTAVO, C.C.B.F. **Parâmetros ruminais e suas correlações com desempenho, consumo e digestibilidade em ruminantes.** In: Nutrição de ruminantes: Aspectos relacionados à digestibilidade e aproveitamento de nutrientes. ÍTAVO, L.C.V., ÍTAVO, C.C.B.F.(orgs.). Campo Grande: UCDB, p.49-72, 2005.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* Aditivos na conservação do bagaço de laranja *in natura* na forma de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1474-1484, 2000a.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1485-1490, 2000b.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1491-1497, 2000c.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* Substituição da silagem de milho pela silagem do bagaço de laranja na alimentação de vacas leiteira. Consumo, produção e qualidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p. 1498-1503, 2000d.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-59, 1985.

LISKER, N. **Changes in the aerobic microbial population of orange peel and wheat silage.** In: AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION. The Volcani Center, Bet Dagan, Israel. 1987. p.161-166.

MARTIN, L. C. T. **Bovinos: Volumosos Suplementares.** São Paulo: Nobel, 1997, 143p.

McCULLOUGH, M.E.; SISK, L.R.; SELL, O.E. Influence of preservatives on the fermentation, nutrient recovery, and feeding value of alfalfa, star millet and cowpea and sudan grass silages. **Journal of Dairy Science**, v.43, n.5, p.1827-1837, 1960.

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

McDONALD, P. **The biochemistry of silage.** 1.ed. Marlow:Chalcombe Publications, 1991. p.219.

MEGÍAS, M. D., MARTINEZ-TERUEL, A., GALLEGOS, J. A. *et al.* Chemical changes during the ensiling of orange peel. **Animal Feed Science and Technology**, v.43, p.269-274, 1993.

MODESTO, E.C., SANTOS, G.T., VIDIGAL FILHO, P.S. *et al.* Composição química das folhas de cinco cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta*, Crantz) em diferentes épocas de colheita. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, SP, **Anais...**, Piracicaba: SBZ, 2001, p.1033-1034.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

NORMANHA, E.S. Farelo de ramas e folhas de mandioca. O agrônomo, n.14, p.16-19, 1962.

PRATES, E.R. Arroz e cereais de inverno. Utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos da colheita na alimentação de ruminantes. **Anais...** Piracicaba, SP, p.73-98, 1995.

REZENDE, V.R.; PAIVA, P.C.A.; BARCELOS, A.F. *et al.* Degradabilidade ruminal das silagens de capim-Napier produzidas com diferentes níveis

de farelo de batata diversa. **Ciência agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 485-491, 2007.

RODRIGUES, P.H.M.; ALMEIDA, L.F.S.; LUCCI, C.S. *et al.* Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre o perfil fermentativo da silagem de alfafa adicionada de polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1646-1653, 2004 (Supl. 1).

RODRIGUES, P.H.M., BORGATTI, L.M.O., GOMES, R.W. *et al.* Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

ROTZ, C.A., MUCK, R.E. **Changes in forage quality during harvest and storage**. In: FORAGE quality, evaluation and utilization. Madison: Wisconsin, p. 828-868, 1994.

SANTIAGO, L.R.L. **Silagem de capim**. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 2001. Documento nº48.

SCERRA, V.; CAPARRA, P.; FOTI, F. *et al.* Citrus pulp and wheat straw silage as na ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminants Research**, v. 40, p. 51-56, 2001.

SILVA, F.F., AGUIAR, M.S.M.A., VELOSO, C.M. *et al.* Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.719-729, 2007.

SILVEIRA, R.N., BERCHIELLI, T.T., FREITAS, D. *et al.* Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.793-801, 2002.

SOUZA, A.L., BERNARDINO, F.S., GARCIA, R. *et al.* Valor nutritivo de silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.

SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. *et al.* Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, supl.1, p.983-992, 2001.

TEIXEIRA, J.C. Utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos leiteiros. Parte I. **Milkbizz Tecnol.**, v. 1, n. 3, p.25-28, 2001.

TIESENHAUSEN, M.E.V. O feno e a silagem da rama de mandioca na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.42-47, 1987.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock Publ. Assoc. Ithaca, 2nd ed., 1994, 476p.

VAN SOEST, P.J.; MASON, V.C. The influence of Mallard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.32, p.45-53, 1991.

VELLOSO, L. Subprodutos de origem de beneficiamento de cereais. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.15-21, 1984.

# MERCADO ATUAL E PERSPECTIVAS PARA COMERCIALIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS NO BRASIL

João Ricardo Alves Pereira<sup>1</sup>  
Clóves Cabreira Jobim<sup>2</sup>  
Ecidir Deodotto Júnior<sup>3</sup>

1- Doutor - Depto. de Zootecnia/UEPG  
jricardouepg@uol.com.br

2- Doutor- Depto. de Zootecnia/UEM  
ccjobim@uem.br

3- Acadêmico do Curso de Zootecnia/UEPG

## 1 INTRODUÇÃO

A especialização da pecuária no Brasil tem resultado no crescimento de serviços terceirizados e, mais recentemente, na comercialização de volumosos. Num primeiro momento, estes serviços e produtos tinham caráter emergencial, fosse pela limitação de equipamentos para algumas etapas do processo de colheita de forragem; ou na falta de volumoso suficiente para a produção e até mesmo para a manutenção do rebanho, o produtor se via obrigado a adquirir esse produto no mercado.

Atualmente, terceirizar serviços ou adquirir produtos, inclusive volumosos, de produtores especializados na atividade tem sido uma boa alternativa para os pecuaristas. O processo pode ser iniciado pela agricultura, com serviços de implantação de lavoura, adubações (recebendo o adubo químico na lavoura ou distribuindo periodicamente o adubo orgânico) e todo o manejo fitossanitário; seguido pela colheita de grãos ou forragens (na forma de feno ou silagem) onde também podem estar incluídos os processos de transporte e compactação da silagem adquirida.

Como vantagens o produtor tem uma maior especialização da propriedade, focando seus esforços e investimentos naquilo que realmente é de sua competência, tendo melhor qualidade no plantio, colheita mais rápida, menor investimento em máquinas, alimentos de melhor qualidade (grande quantidade ensilada por dia, tamanho

ideal de partículas e processamento de grãos) e, principalmente, um planejamento mais seguro para sua atividade.

## 2 COMERCIALIZAÇÃO DE VOLUMOSOS – SISTEMA DE PARCERIAS

Segundo Pereira E Barros (2004), o sistema de parceria na produção de volumosos começou a ser mais expressivo em meados da década de 90 na região dos Campos Gerais, envolvendo, principalmente, produtores de leite das Cooperativas Batavo e Castrolanda. Ele se originou da necessidade de pecuaristas e agricultores que precisavam crescer ou ao menos se manter na atividade, que passava por profundas alterações. Algumas dessas alterações ou mesmo necessidades sentidas por pecuaristas e agricultores podem ser resumidas da seguinte forma:

a) Pequenos produtores de leite: As áreas destinadas à produção de leite foram reduzidas em virtude de divisões familiares e a aquisição de novas áreas era inviabilizada pela crescente valorização das terras. A necessidade de aumento da produção para viabilizar novos investimentos ou mesmo saldar investimentos anteriores, além do estímulo dado pelas cooperativas através de pagamentos diferenciados para maiores volumes de leite entregue, cuja coleta já era toda granelizada. A impossibilidade, e mesmo a inviabilidade, da aquisição de novos equipamentos forrageiros, seja pelo seu alto custo ou pelo pequeno número de horas empregadas durante o ano. A necessidade da constância na produção de leite durante todo o ano e a oferta de uma alimentação adequada para os animais de maior produtividade, fazendo com que o uso de forragem conservada fosse fundamental.

b) Grandes produtores de leite: A necessidade de investimentos em equipamentos forrageiros (maior custo fixo) para produção de grandes volumes de silagem. Altos custos de manutenção dos equipamentos. Produção e manutenção da qualidade de silagens de alto valor nutritivo. Integração da atividade leiteira com as atividades agrícolas (planejamento integrado das atividades).

c) Agricultores: Precisava de novas opções de renda, integrando essa atividade ao seu planejamento ou mesmo

prestando serviços com seu maquinário (redução de custos fixos). Necessidade de amortizar parte dos custos das culturas de inverno (plantadas como cobertura para plantio direto).

Os objetivos e os benefícios esperados para o estabelecimento de uma parceria entre agricultor e pecuarista de modo a integrar as atividades podem ser definidos da seguinte forma:

### PECUARISTA (PRODUTOR DE LEITE)

a) Profissionalização na atividade: Concentra seus esforços (tempo e recursos) na especialização em atividades ligadas diretamente aos animais, como a criação de animais jovens, melhorando o manejo sanitário e nutricional; Nos procedimentos de ordenha obtendo leite de melhor qualidade e, em muitos casos, com redução de custos através do emprego de mão de obra familiar (mulheres e filhos). Destina maiores áreas para a formação de pastagens perenes para criação de bezerras e novilhas, para a ampliação do rebanho e/ou para a comercialização, uma das principais fontes de renda na atividade.

b) Garantir a oferta de forragem no ano: Consegue planejar a alimentação do rebanho e sua ampliação. Exige forragem de alta qualidade para dar suporte a produtividade do rebanho. Consegue redução de custos com alimentação empregando volumosos ou concentrados suplementares de menor custo de ocasião.

c) Aumento da produção e produtividade: É imprescindível que tenha animais de alta eficiência produtiva, geralmente de alta produção (+ de 5% do peso vivo em leite). O melhor controle zootécnico do rebanho reflete em animais de melhor qualidade tanto para reposição como para venda.

d) Aumento de renda: Com maior volume de leite comercializado tem sua renda bruta sensivelmente elevada. Tem reduções de custo de produção com a exploração de animais eficientes e na redução de custos fixos.

## AGRICULTOR:

- a) Obter renda mensal ou antecipada: O recebimento da forragem vendida pode ser feito à vista, parcelado (três ou mais parcelas) ou convertido em equivalente litros de leite e pagos mensalmente.
- b) Diluição dos custos fixos: Utiliza seus tratores e implementos agrícolas no plantio em áreas próprias ou de terceiros, que pode ser do próprio pecuarista.
- c) Facilitar o planejamento agrícola: As áreas destinadas à silagem têm sua colheita antecipada, liberando-as para novos plantios. Facilita a combinação de híbridos e, no caso da cultura do milho, pode antecipar o plantio das culturas de inverno ou mesmo permitir uma segunda cultura entre ambas, a exemplo do sorgo para a ensilagem.

## NO PROCESSO DE ESTABELECIMENTOS DE PARCERIAS O PAPEL DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA É FUNDAMENTAL, ATUANDO DA SEGUINTE FORMA:

- a) Sensibilização e formação de parcerias: Através de reuniões técnicas e visitas a propriedade, o técnico mostra os benefícios da parceria, indicando os ganhos técnicos e financeiros. O técnico é o mediador de um negócio, muitas vezes, estabelecido sem nenhuma garantia, é fundamental uma relação de confiança.
- b) Dimensionamento do consumo e armazenagem da silagem: Conhecendo o rebanho e participando do planejamento da atividade o técnico determina a expectativa de consumo de volumoso pelos animais. Define a melhor (e mais econômica) forma de armazenamento e suas dimensões.
- c) Levantamento da produtividade da lavoura de milho: É feita de forma criteriosa através de repetidas amostragens uma vez que esta avaliação será o indicador de produtividade e, conseqüentemente, do valor a ser pago, bem como da qualidade esperada para o volumoso.

## 3 COMERCIALIZAÇÃO DE SILAGEM DE MILHO

A cultura do milho destinada à produção de silagem é uma das mais expressivas no processo de terceirização, uma vez que permite

produções elevadas de matéria seca (MS) por área e com alta concentração energética, sendo, por isso, ingrediente indispensável no arraçãoamento de vacas de alta produtividade.

Um levantamento realizado pela EMATER - PR junto a algumas propriedades revelou que uma das maiores, se não a maior, limitação para a exploração leiteira é falta de planejamento na produção de volumosos e/ou a baixa qualidade do volumoso produzido, principalmente nas pequenas propriedades (PEREIRA; BARROS, 2004). Dentre os aspectos levantados, para a silagem de milho, pode-se destacar:

- a) Cultura implantada fora de época: Os plantios são tardios em virtude de o pecuarista tentar explorar ao máximo a forragem de inverno na forma de pastagens;
- b) Alta incidência de pragas e doenças: Favorecidas pelo plantio tardio e a falta de critério na escolha do híbrido, as lavouras são severamente atacadas e a produtividade é comprometida;
- c) Ausência de rotação de culturas: São feitos sucessivos plantios de gramíneas (milho) sobre gramíneas (aveia, azevém). Em alguns casos isso se deve ao fato de não haver área suficiente para a rotação sem que se comprometa a produção de silagens;
- d) Falta de critérios na escolha do híbrido: São priorizados fatores de menor importância para a qualidade da silagem, como teor de proteína e preço da semente. Não é feito plantio escalonado ou combinação de híbridos;
- e) Baixo uso de fertilizantes: Não se considera a grande extração de nutrientes pela planta e, geralmente, entende-se maiores níveis de adubação como elevação de custos;
- f) Maquinário ineficiente ou sucateado: É utilizado poucas horas durante o ano e, sem a devida manutenção, tem grande participação nos custos de produção. O pecuarista não dispõe de recursos para a substituição do equipamento ou mesmo para a sua reforma;
- g) Silagem de baixa qualidade e de alto custo: É conseqüência da associação de todos os fatores mencionados acima e que compromete seriamente a viabilidade econômica da exploração.

### 3.1 FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO

a) O pecuarista contrata os serviços de plantio e tratos culturais, bem como a colheita, transporte e compactação. Todo plantio é realizado em áreas próprias;

b) O agricultor vende ao pecuarista a produção de uma área equivalente a sua necessidade de silagem. Todos os serviços da ensilagem são feitos por terceiros, pagos pelo agricultor ou pelo pecuarista. O pagamento é feito com base na produtividade estimada, de modo criterioso, pela assistência técnica e convertido no preço da saca de milho. Além da produção o pecuarista também paga pela extração de NPK, para compensar a retirada da palhada que restaria no caso da colheita de grãos, e o valor de uma sub-silagem para compensar eventuais danos à estrutura do solo decorrente da movimentação de maquinário sobre a área.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os custos de produção de silagem de planta inteira de duas lavouras de milho com produções estimadas de 60.000 e 35.000 kg/ha. de matéria verde (MV).

Na compra direta da lavoura o pecuarista paga ao produtor o equivalente em grãos secos e limpo pela área colhida. A estimativa de produtividade de grãos pode ser feita diretamente na lavoura (em espiga) ou mesmo com base da matéria seca (MS) produzida e a porcentagem de grão estimada. A extração de NPK, que é mais elevada pela remoção de toda a porção da planta, é compensada em valor equivalente aos custos de colheita (colheita, frete, recepção, secagem e taxas) que o agricultor teria se colhesse grãos.

O sistema de compra de lavoura pela qualidade (determinada pela participação de grãos) e custo por unidade de matéria seca, parece ser a maneira mais justa para o agricultor e para o pecuarista, quando comparados aos sistemas que avaliam somente a quantidade de massa verde colhida, como acontece em várias regiões.

Nas Tabelas 1 e 2 verifica-se que quando comparadas as lavouras de 60.000 com a 35.000 kg/ha., o custo por tonelada de MV de silagem é 15% inferior para a de menor produtividade, no entanto, o custo por tonelada de matéria seca aumenta em 47%.

Há que se considerar ainda que lavouras de maior produtividade de grãos terão qualidade nutricional da silagem muito superior, uma vez que a maior participação de grãos na MS eleva sensivelmente seu teor energético, o consumo e a digestibilidade pelos animais e, por isso, exigirão menores quantidades de ração concentrada na elaboração de dietas, o que reduz sensivelmente os custos de produção.

**Tabela 1:** Custos de produção de silagem de uma lavoura com produtividade estimada em 60.000 kg/ha.

| Produtividade de massa verde | 60000    | kg/ha.   |
|------------------------------|----------|----------|
| Matéria seca (%)             | 30       |          |
| Produção de massa seca       | 18000    | kg/ha.   |
| Remuneração capital próprio  | 12,0     | % a.a.   |
| Empréstimo (juros de banco)  | 9,0      | % a.a.   |
| Ciclo financeiro             | 5        | meses    |
| ÍTEM                         | R\$/ha.  | % custos |
|                              |          | 1        |
| Sementes                     | 298,73   | 1        |
|                              |          | 4        |
| Fertilizantes                | 1179,60  | 5        |
| Herbicidas                   | 91,16    | 3        |
| Inseticidas                  | 36,68    | 1        |
| Máquinas                     | 119,45   | 5        |
| Financeiro                   | 69,02    | 3        |
| Administração                | 123,20   | 5        |
|                              |          | 2        |
| Ensilagem                    | 711,16   | 7        |
| Custo Total lavoura R\$/ha.  | 1.917,85 |          |
| Custo total silagem R\$/ha.  | 2.629,01 |          |
| Custo massa seca R\$/kg      | 0,15     |          |

Fonte: Fundação ABC (2008).

Cabe ressaltar que a maneira mais eficiente de se produzir silagem de milho com menor custo é investindo-se em lavouras de alta produtividade. As técnicas empregadas para se maximizar a produtividade de grãos de maneira rentável tais como aumento de população, redução de espaçamento entre linhas de plantio (quando possível) e o uso de maiores doses de nitrogênio são totalmente aplicadas para a silagem. Na Tabela 3 são apresentados alguns resultados de produtividade quem vêm sendo obtidos em propriedades que buscam redução de custo e alta qualidade na produção de silagem.

**Tabela 2:** Custos de produção de silagem de uma lavoura com produtividade estimada em 35.000 kg/ha

|                                |                |               |
|--------------------------------|----------------|---------------|
| <b>Produção de massa verde</b> | <b>35000</b>   | <b>kg/ha.</b> |
| Matéria seca (%)               | 30             |               |
| Produção de massa seca         | 10500          | kg/ha.        |
| Remuneração capital próprio    | 12,0           | % a.a.        |
| Empréstimo (juros de banco)    | 9,0            | % a.a.        |
| Ciclo financeiro               | 5              | meses         |
| <b>ÍTEMS</b>                   | <b>R\$/ha.</b> | <b>%</b>      |
| Sementes                       | 298,73         | 13            |
| Fertilizantes                  | 825,46         | 37            |
| Herbicidas                     | 91,16          | 4             |
| Inseticidas                    | 36,68          | 2             |
| Máquinas                       | 119,45         | 5             |
| Financeiro                     | 54,86          | 2             |
| Administração                  | 123,20         | 5             |
| Ensilagem                      | 711,16         | 32            |
| Custo total lavoura R\$/ha.    | 1.549,55       |               |
| Custo total R\$/ha.            | 2.260,71       |               |
| Custo massa seca R\$/kg        | 0,22           |               |

Fonte: Fundação ABC (2008).

**Tabela 3:** Produtividade de híbridos de milho para silagem em algumas propriedades

| Híbrido | Área - ha. | Espaçamento cm | Plantas/ha. | MV kg/ha. | MS kg/ha. |
|---------|------------|----------------|-------------|-----------|-----------|
| 32R21   | 25         | 40             | 65.000      | 67.000    | 20.100    |
| 30R50   | 6,5        | 40             | 90.000      | 90.000    | 25.200    |
| 30F53   | 15,5       | 40             | 65.000      | 60.600    | 18.180    |
| 32R21   | 35         | 45             | 70.000      | 75.000    | 22.500    |
| 3021    | 20         | 45             | 55.000      | 55.000    | 17.600    |
| 30P34   | 27         | 40             | 68.000      | 70.000    | 19.600    |
| 32R21   | 60         | 40             | 68.000      | 65.000    | 20.800    |
| 30P34   | 32         | 80             | 65.000      | 61.000    | 17.080    |
| 30R50   | 61         | 40             | 82.000      | 80.000    | 23.360    |
| 30R50   | 28         | 40             | 62.000      | 58.000    | 18.560    |
| 30F90   | 0,5        | 50             | -           | 69.000    | 19.078    |
| 30S40   | 0,5        | 50             | -           | 55.000    | 16.291    |

Fonte: Projeto Silagem - Parceria Zootecnia / UEPG e Sementes Pioneer. Safras de verão 2006/2007.

#### 4 COMERCIALIZAÇÃO DE SILAGENS PRÉ-SECADAS

A comercialização de silagens pré-secada se dá na forma de fardos envolvidos por filme plástico (rolos ensilados) com peso variando entre 400 e 500 kg, dependendo do teor de matéria seca. Embora pareça um conceito simples, o teor de matéria seca é um dos fatores fundamentais na comercialização de forragem pré-secada nessa forma. Uma boa parte dessas silagens ainda é comercializada com baixos teores MS. Para o agricultor o rendimento (número de fardos) no campo é maior, enquanto que boa parte dos pecuaristas prefere silagens mais verdes e fardos mais pesados, uma vez que a comercialização é por unidade e não por peso. Essa relação é bem ilustrada na Tabela 4.

**Tabela 4:** Influência do grau de desidratação da forragem sobre a densidade, número e peso de fardos e quantidade de plástico utilizada para o revestimento

| Variável                          | Concentração de MS (%) |     |     |     |
|-----------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|
|                                   | 20                     | 30  | 40  | 50  |
| Peso do fardo 1,2 m diâmetro (kg) | 790                    | 704 | 679 | 621 |
| Densidade (kg MS/m <sup>3</sup> ) | 116                    | 155 | 199 | 228 |
| Plástico (kg/t MS)                | 9,3                    | 6,9 | 5,4 | 4,7 |
| Nº fardos/t MS                    | 6,3                    | 4,7 | 3,7 | 3,2 |
| Nº fardos/ha (produção 6 t MS)    | 38                     | 28  | 22  | 19  |

Fonte: Tabacco e Borreani (2006) *apud* Amaral e Bernardes (2007).

As forragens mais comercializadas são as gramíneas de inverno (aveia e azevém), a alfafa, e em menor escala algumas gramíneas de verão (tifton e *coast cross*).

## 5 COMERCIALIZAÇÃO DE FENO

Na região noroeste do Paraná a comercialização de feno vem aumentando nos últimos anos. Basicamente são comercializados fenos de gramíneas, especialmente *coast-cross*, Tifton-85 e aveia. Já a comercialização de feno de leguminosas está restrita a feno de alfafa. Os preços de mercado variam de R\$ 0,35 a R\$ 0,45/kg para os fenos de gramíneas e de R\$ 0,50 a R\$ 0,75/kg para o feno de alfafa, sendo que esta variação é quase totalmente dependente do período de oferta da forragem.

Conforme relatado por Demarchi (2002), o preço não pode ser o único parâmetro para aquisição de fenos, já que fenos mais baratos significam mais custos com concentrados, além de maiores perdas por descarte e seleção efetuada pelo animal pela menor palatabilidade e digestibilidade. Acredita-se que somente com a valorização por qualidade haverá estímulo para produtores especializados em volumosos garantirem uma lucratividade adequada para seu sistema de produção, enquanto que produtores de carne, leite ou eqüinos terão a garantia de continuidade da entrega de um produto de alta qualidade, possibilitando maior desempenho animal e lucratividade.

A Tabela 5 ilustra as variações na composição bromatológica de fenos em uma propriedade agrícola em dois períodos distintos. Fica evidente que um programa, por mais

simples que seja, visando a garantia de qualidade do feno adquirido é fundamental em um sistema de produção.

**Tabela 5.** Resultados parciais do controle de qualidade de feno de uma propriedade agropecuária (Análises mensais)

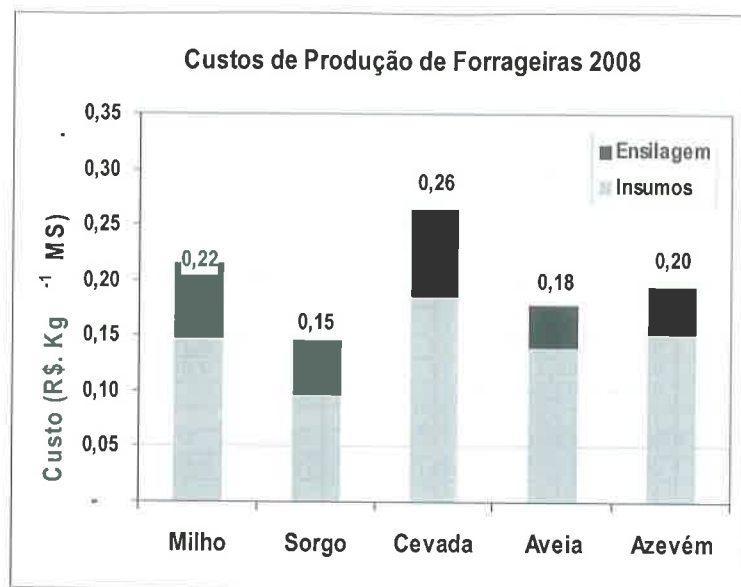
| Amostra                                              | % MS  | % PB  | %FDN  | %EE  | %MM  | %CNF | %CHOT | %FDA  |
|------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| % da material seca                                   |       |       |       |      |      |      |       |       |
| Período de Controle sem garantia de qualidade mínima |       |       |       |      |      |      |       |       |
| 1                                                    | 93,42 | 11,37 | 77,22 | 0,87 | 9,15 | 1,39 | 78,61 | -     |
| 2                                                    | 91,43 | 05,13 | 78,72 | 1,68 | 7,25 | 7,21 | 85,93 | -     |
| 3                                                    | 90,52 | 03,29 | 81,33 | 1,04 | 5,56 | 8,78 | 90,11 | -     |
| 4                                                    | 90,32 | 06,12 | 77,26 | 1,24 | 6,38 | 9,00 | 86,26 | -     |
| 5                                                    | 95,88 | 08,83 | 81,87 | -    | -    | -    | -     | 40,03 |
| 6                                                    | 96,07 | 12,43 | 83,92 | -    | -    | -    | -     | 35,40 |
| 7                                                    | 96,52 | 05,28 | -     | 0,99 | 8,23 | -    | -     | -     |
| 8                                                    | 89,92 | 12,73 | 76,21 | 1,56 | 8,55 | 0,95 | 77,16 | -     |
| 9                                                    | 91,77 | 04,24 | 82,47 | 1,13 | 4,46 | 7,70 | 90,17 | -     |
| Período de Controle com garantia de qualidade mínima |       |       |       |      |      |      |       |       |
| 10                                                   | 93,73 | 11,30 | 76,77 | 1,08 | 7,99 | 2,87 | 79,63 | -     |
| 11                                                   | 94,86 | 12,45 | 80,05 | 1,68 | 7,62 | 4,08 | 84,13 | -     |
| 12                                                   | 94,70 | 14,94 | 78,17 | 1,40 | 7,83 | 1,56 | 79,75 | -     |
| 13                                                   | 95,02 | 15,86 | 80,57 | 1,15 | 7,73 | -    | 81,36 | -     |
| 14                                                   | 94,71 | 12,77 | 77,88 | 1,22 | 7,52 | -    | 78,49 | -     |
| 15                                                   | 91,81 | 12,33 | 72,29 | 0,95 | 7,22 | -    | 79,50 | -     |

Fonte: Demarchi (2002). %MS = porcentagem de matéria seca; %PB = porcentagem de proteína bruta; %FDN = porcentagem de fibra em detergente neutro; %EE = porcentagem de extrato etéreo; %MM = porcentagem de matéria mineral; %CNF = porcentagem de carboidratos não fibrosos; %CHOT = porcentagem de carboidratos totais e %FDA = porcentagem de fibra em detergente ácido.

## 6 TERCEIRIZAÇÃO E CUSTOS DE SERVIÇOS DE COLHEITA DE FORRAGEM

Os custos com colheita podem representar de 20 até 50% dos custos totais de ensilagem. Na figura 1 são apresentados os custos totais e proporcionais entre insumos e ensilagem para algumas culturas.

Na Tabela 6 são apresentados custos de operação, elaborados pela Fundação ABC, para máquinas e equipamentos e que servem como referência de preço para a prestação de serviços e custos de produção. Verifica-se, por exemplo, que o custo com combustíveis, considerado muitas vezes pelos produtores como principal componente de custo, na verdade não excede 50% dos custos totais.



**Figura 1.** Custo de produção de forrageiras  
Fonte: Fundação ABC (2008).

**Tabela 6:** Custos de mecanização agrícola

| Equipamento         | Componentes do custo - R\$/hora |        |       |        |       | Total/hora | Total/ha. |
|---------------------|---------------------------------|--------|-------|--------|-------|------------|-----------|
|                     | Deprec.                         | Seguro | Juros | Manut. | Comb. |            |           |
| Trator < 70cv4      | 5,00                            | 0,70   | 6,70  | 6,40   | 13,80 | 33,40      |           |
| Trator 71 - 90cv    | 5,30                            | 0,60   | 5,90  | 5,70   | 17,20 | 34,60      |           |
| Trator 71-90cv 4    | 6,10                            | 0,70   | 6,80  | 6,50   | 17,20 | 37,30      |           |
| Trator 110 - 120cv4 | 8,90                            | 1,00   | 9,90  | 12,70  | 24,10 | 56,60      |           |
| Carreta 4 rodas     | 1,50                            | 0,07   | 1,40  | 0,80   |       | 3,80       |           |
| Colhedora "Tarup"   | 5,5                             | 0,20   | 4,90  | 4,10   |       | 14,70      |           |
| Subsolad. 5 hastes  | 8,70                            | 0,30   | 6,40  | 6,80   |       | 22,20      |           |
| Ensilad. 1 linha    | 5,90                            | 0,20   | 4,30  | 5,20   |       | 15,60      | 97,60*    |
| Ensilad. 2 linhas   | 14,40                           | 0,30   | 5,30  | 12,80  |       | 32,70      | 94,60*    |
| Enleiradeira        | 4,60                            | 0,20   | 3,30  | 2,50   |       | 10,60      | 24,80*    |
| Segadeira simples   | 7,40                            | 0,30   | 5,40  | 4,10   |       | 17,10      | 51,10*    |

Fonte: Adaptado Fundação ABC/set - 2007. \* acoplada a trator ideal

Certamente, em várias regiões, um dos fatores que limitam uma maior abrangência de terceirização de serviços e mesmo da comercialização de volumosos é a falta de valores referência para custos operacionais. Se não exatos, que ao menos permitam nortear as possíveis negociações.

No processo de ensilagem existe também a opção de contratação de empresas especializadas no corte e/ou no transporte da forragem. As opções de máquinas e equipamentos são apresentadas na Tabela 7 e a escolha deve ser baseada nas dimensões da área a ser cortada e, obviamente, no custo do serviço prestado. Devido à concentração deste serviço em determinadas épocas do ano, agravada por atrasos em função das chuvas, alguns produtores tentam amenizar esse problema através de escalonamento de plantio. Contudo, na cultura do milho para ensilagem, a maneira mais efetiva de se associar maior período de corte com qualidade, conhecida como "janela de corte", tem sido o planejamento agrônomo (combinação de híbridos), envolvendo híbridos de ciclo diferente, de modo que apresentem de maneira seqüenciada os momentos ideais para corte.

As empresas prestadoras de serviços viabilizam seus investimentos em máquinas e equipamentos oferecendo serviços tanto na colheita de inverno como na de verão. As que possuem grandes máquinas, automotrizas, prestam serviços em outras regiões do estado e mesmo do país.

O serviço de transporte, utilizando caminhões basculantes, é realizado por outra empresa ou profissional autônomo. O pagamento desses serviços pode ser feito pelo pecuarista ou pelo agricultor, conforme acordo prévio.

O transporte é feito por caminhões basculantes (capacidade de 3.500 kg) a um custo de R\$ 30,00/hora (da ensiladeira).

Segundo informações das empresas prestadoras de serviços, da área total de milho e sorgo destinados a silagem ( $\pm$  12.000 ha.) na região dos Campos Gerais (Cooperativas Batavo, Castrolanda e Capal) cerca de 70% da colheita é realizada por terceiros. Essas empresas realizam serviços no corte de milho no período de dezembro (plantios antecipados) até julho (safrinha nas regiões norte e oeste). Em seguida, realizam serviços de ensilagem de forragens de inverno na

região sul. As empresas que realizam serviços com ensiladeiras automotrizes têm grande atuação na região central do país, inclusive com contratos de exclusividade.

**Tabela 7:** Valores cobrados para os serviços de corte na ensilagem do milho ou sorgo e de forragens

| Equipamento                                            | <sup>1</sup> R\$/hora máquina | Rendimento /hora máquina |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <sup>2</sup> Ensiladeiras acopladas (p/ milho e sorgo) |                               |                          |
| 4 linhas                                               | 270,00                        | 0,8 a 0,9 ha.            |
| 3 linhas                                               | 270,00                        | 0,6 a 0,7 ha.            |
| Automotrizes                                           |                               |                          |
| 300 cv - plataforma 4,5m                               | 320,00                        | 1,3 (± 50 t)             |
| 380 cv - plataforma de 4,5m                            | 380,00                        | 1,5 (± 70 t)             |
| 480 cv - plataforma de 6 m                             | 480,00                        | 2,0 (± 100 t)            |

<sup>1</sup> O combustível é pago pelo contratante

<sup>2</sup> Acopladas a tratores de 120 ou 130 cv

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comercialização de forragens é uma prática crescente, principalmente entre produtores que analisam sua atividade de forma empresarial, onde se busca o retorno financeiro sobre todo o capital investido.

Um dos fatores mais limitantes da expansão desse tipo de atividade é a falta de um levantamento de custos na produção da forragem e do processo de colheita de maneira precisa.

Para comercialização de volumosos, principalmente feno e silagens pré-secadas, se faz necessário o uso de referências sobre qualidade, de modo a se valorizar melhor o produtor e mensurar os reais retorno desse tipo de investimentos.

## 8 REFERÊNCIAS

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F. **Silagem pré-secada armazenada em silos-fardos revestidos por filme plástico.** Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/?noticialD=36179&actA=7&arealD=61&secaolD=161>>. Acesso em: 18/03/2008.

Fundação ABC. Disponível em [www.fundacaoabc.com.br](http://www.fundacaoabc.com.br)

J. A. A. DEMARCHI. **O profissionalismo na comercialização de feno.** Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/?noticialD=8186&actA=7&arealD=61&secaolD=161>>. Acesso em: 20/03/2008.

PEREIRA, J.R.A.; BARROS, M.S. Custos de produção de silagem e feno e evolução da comercialização de forragens conservadas. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. 2., Maringá, 2004. **Anais...** Maringá, PR: UEM/CCA/DZO, 2004. p.198-212.

# AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA IRRIGAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Fernando Campos Mendonça

Pesquisador - Embrapa Pecuária Sudeste  
E-mail: fernando@cnpse.embrapa.br

## 1 INTRODUÇÃO

A irrigação pode eliminar a deficiência hídrica em pastagens, mas deve ser economicamente viável e ambientalmente responsável. É necessário aplicar outras técnicas conjuntamente à irrigação para aumentar a produção de leite, tais como calagem, adubação, pastejo rotacionado, manejo do rebanho, adequação da infraestrutura e treinamento de mão-de-obra. Há maior chance de sucesso quando produtores e técnicos utilizam essas técnicas fundamentais ao sucesso da atividade leiteira.

Para quem nunca fez manejo intensivo de pastagens a idéia parece absurda: "irrigar pastagem!!! Desde quando capim precisa de irrigação para sobreviver?". É verdade, capim não precisa de irrigação para sobreviver.

Por outro lado, muitos capins respondem melhor à irrigação que as hortaliças. Um pé de alface leva cerca de 30 a 35 dias para ser colhido, com um plantio a cada colheita. Já um pasto de Tifton, ou Mombaça, é plantado apenas uma vez a cada 20 ou 30 anos, e temos colheitas a cada 20 a 28 dias, com a vaca "dentro da horta". Muitos pastos irrigados produzem 20 a 30 toneladas de matéria seca por hectare por ano, ou seja, de 100 a 200 toneladas de matéria verde por hectare.

Este artigo trata dos principais aspectos da irrigação de pastagens: clima, produção de forragem, consumo de água, tipos de sistemas de irrigação, projetos, manejo e custos da irrigação.

## 2 CONJUNTURA ATUAL E IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS

Há vários fatores atuais que predispõem o produtor rural a utilizar técnicas de intensificação da produção animal, inclusive a irrigação. Os principais são:

- Aumento do preço das *commodities* agrícolas (grãos, carne, leite etc.);
- Competição pelo uso da terra (cana, grãos, florestas plantadas etc.);
- Aumento do custo de alimentação fornecida no cocho (cana, feno, silagem e concentrados);
- Aumento do custo da mão-de-obra;
- Melhoramento genético do rebanho e das forrageiras;
- Conhecimento técnico acessível (Internet, cursos, simpósios etc.).

A alimentação é o item de maior custo nos sistemas de produção. O aumento da oferta e da qualidade da forragem geralmente diminui o custo de alimentação dos animais, devido à redução do uso de máquinas e implementos, infraestrutura de armazenamento e serviço, e mão-de-obra. A irrigação de pastagens pode contribuir exatamente para isto.

É necessário lembrar, entretanto, que a disponibilidade de água no território brasileiro é desuniforme e é mais limitante que a disponibilidade de terra. Portanto, o crescimento das áreas de pastagens irrigadas não deverá ser uniforme no País.

### 3 CLIMA E PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Aguiar e Drumond (2005) observam que há duas questões iniciais a serem respondidas antes de irrigar pastagens:

- a) se o preço da terra em sua região é alto o suficiente para inviabilizar a compra de áreas vizinhas;
- b) se há alternativas de uso da terra competindo com a atividade pecuária a ponto de exigir sua intensificação.

Caso a resposta seja positiva para ambas as questões, recomenda-se um diagnóstico para avaliar a resposta da pastagem à irrigação, para analisar se a falta de água é fator limitante à produção da pastagem. Deve-se obter as seguintes informações: localização geográfica da propriedade (latitude e altitude), dados climáticos (chuvas, temperatura média e temperatura mínima do mês mais frio), balanço hídrico

(entradas e saídas de água da pastagem) e informações sobre a resposta das forrageiras à irrigação.

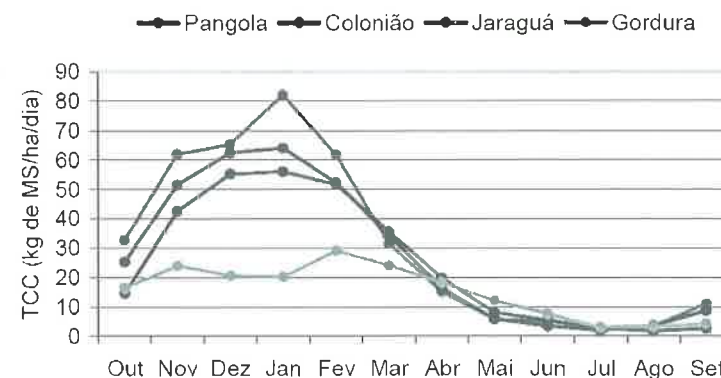
Os principais fatores climáticos limitantes ao crescimento das plantas são a temperatura e a água. O Quadro 1 mostra a percentagem das áreas agrícolas em que a temperatura e a disponibilidade de água são limitantes ao crescimento das plantas. A deficiência hídrica é limitante em 55% da área (soma das colunas centrais do quadro).

**Quadro 1:** Influência da temperatura e da precipitação pluviométrica no crescimento de plantas em áreas situadas entre as latitudes 30° Norte e 30° Sul

|              | Fatores climáticos |                     |                                   |                 |
|--------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|
|              | Temperatura        | Deficiência Hídrica | Temperatura e Deficiência Hídrica | Nenhum dos dois |
| Área afetada | 36%                | 31%                 | 24%                               | 9%              |

Fonte: MacDowell (1972) *apud* Rolim (1994).

Na maior parte do Brasil, a temperatura limita o crescimento de forrageiras tropicais em parte do ano, que varia de acordo com a latitude do local. Esse fenômeno é denominado "estacionalidade de produção" e pode ser observado na Figura 1.

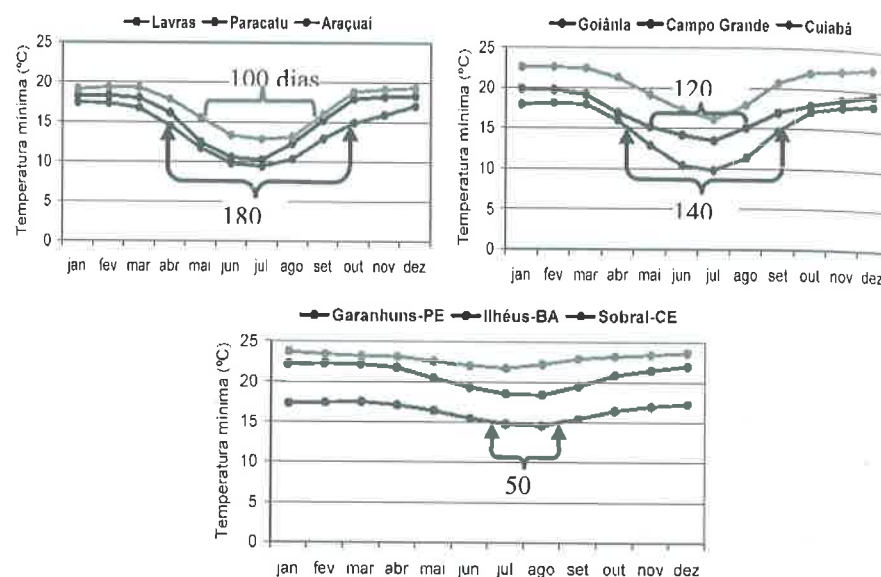


**Figura 1:** Taxa de crescimento diário de culturas (TCC) para quatro forrageiras

Fonte: Andrade (2000), adaptado de Pedreira (1972).

A produção de forragem das gramíneas tropicais é drasticamente reduzida quando as temperaturas mínimas diárias são inferiores a 15°C, o que ocorre de Maio a Setembro na região Centro-Sul do Brasil. Quando a temperatura sobe e as chuvas se regularizam, as forrageiras tropicais voltam a crescer normalmente.

É possível avaliar o efeito da temperatura do ar e da deficiência hídrica sobre a estacionalidade das forrageiras tropicais observando a Figura 2, que mostra a temperatura mínima mensal de nove localidades do território brasileiro. A estacionalidade de produção provocada por temperatura varia de zero (Cuiabá-MT, Ilhéus-BA e Sobral-CE) a 180 dias (Lavras-MG), e aumenta com a distância do Equador e com a altitude local.



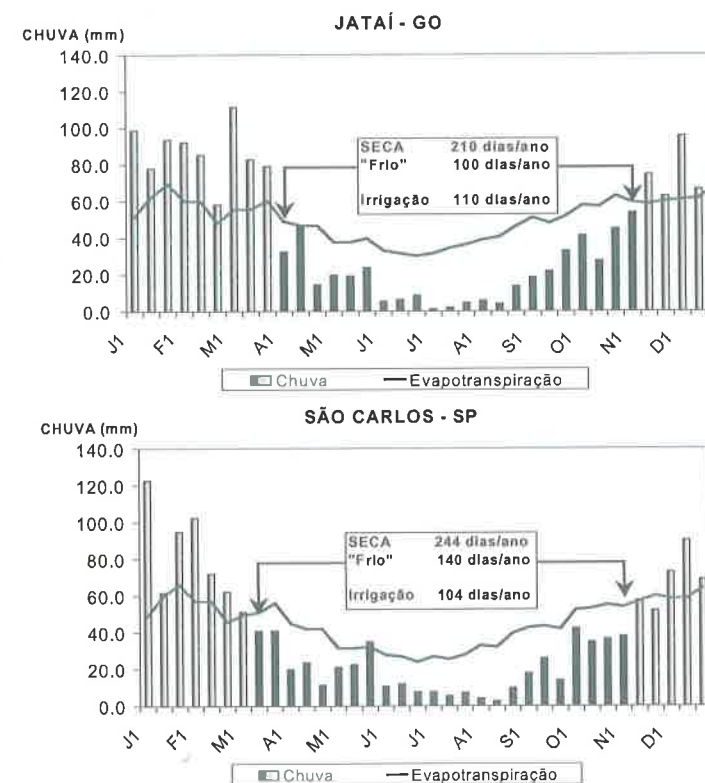
**Figura 2:** Temperaturas mínimas médias e estacionalidade de produção de forrageiras tropicais  
Fonte: Andrade (2000).

Nas forrageiras de inverno (aveia, azevém, etc.), o crescimento só é interrompido em temperaturas próximas a 5°C. Elas podem ser utilizadas na sobre-semeadura em pastos com forrageiras tropicais durante o outono-inverno. A técnica

tem três vantagens: (a) aumento da produção de forragem no outono-inverno; (b) adubação verde com restos vegetais das forrageiras de inverno; (c) retorno precoce à produção da forrageira tropical na primavera devido à irrigação, que reduz o estresse no outono-inverno. Para informações, sugere-se a consulta ao trabalho de Rodrigues *et al.* (2006).

#### 4 PRODUÇÃO DE FORRAGEM E CONSUMO DE ÁGUA

Se a temperatura do ar não for limitante ao crescimento das forrageiras, mas houver deficiência hídrica, a irrigação poderá aumentar a produção de forragem. A Figura 3 mostra o balanço hídrico para duas localidades. As barras do gráfico representam as chuvas, e as linhas, a evapotranspiração das forrageiras.



**Figura 3:** Balanço hídrico para os municípios de São Carlos-SP e Jataí-GO

O período no qual as chuvas são insuficientes para suprir as necessidades das plantas é de 210 dias/ano em Jataí-GO, e de 244 dias/ano São Carlos-SP. Descontando-se o período de estacionalidade por temperatura (100 dias/ano em Jataí e 140 dias/ano em São Carlos), obtém-se um período recomendado para irrigação das forrageiras tropicais: 110 dias/ano em Jataí-GO e 104 dias/ano em São Carlos. Já com o uso de forrageiras de inverno em sobre-semeadura pode-se irrigar durante o ano todo.

O balanço hídrico também possibilita determinar a máxima demanda de irrigação, utilizada para projetar sistemas de irrigação que possam suprir a demanda de água das plantas. A demanda aproximada é de 4,8 mm/dia, em Jataí, e 3,8 mm/dia em São Carlos. Como 1 mm equivale a 1 L/m<sup>2</sup>, ou 10.000 L/ha, a demanda diária é de 48.000 L/ha em Jataí, e de 38.000 L/ha em São Carlos. Devido à menor demanda de água em São Carlos, o mesmo volume usado para irrigar 1 ha em Jataí (48.000 L) possibilita irrigar uma área de 1,26 ha ( $48.000 \text{ L} \div 38.000 \text{ L/ha} = 1,26 \text{ ha}$ ).

Batista (2003) fez um experimento com capim-Tanzânia em Piracicaba-SP (Lat. 22° 42' S) e citou um consumo de água de 4,13 a 4,34 mm/dia. Embora o município esteja situado em latitude próxima à de São Carlos (22° 01' S), há uma diferença na altitude entre os dois municípios (550 m em Piracicaba e 850 m em São Carlos), que causa temperaturas e evapotranspiração menores em São Carlos. Apesar da proximidade física (100 km de distância), a irrigação do capim-Tanzânia consumirá 43.400 L/ha em Piracicaba, e 38.000 L/ha em São Carlos, uma diferença de 5.400 L/ha.

É interessante consultar resultados de pesquisa sobre a produtividade da pastagem irrigada, e comparar com a pastagem de sequeiro. Diversos autores estudaram o efeito da irrigação em capim-Mombaça, verificando que a irrigação proporcionou aumentos de 52% no Noroeste de São Paulo (SOUZA, 2003), 29% a 67% em Campos-RJ (RIBEIRO *et al.*, 2004) e até 185% na produção de forragem em Iacri-SP (VANZELA *et al.*, 2006). O aumento na produção de matéria seca apresenta interação com a adubação nitrogenada e com a época do ano. Os maiores aumentos ocorrem nos períodos em que a temperatura sobe e as chuvas ainda são irregulares. Muitos trabalhos mostram aumento de produção no outono e no

inverno, mas nem sempre suficientes para justificar a irrigação de pastagens tropicais.

## 5 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO PARA PASTAGENS

Em pastagens costuma-se utilizar a irrigação por aspersão, por necessitar irrigar toda a área cultivada. Os sistemas mais utilizados são: pivô central, aspersão convencional e aspersão em malha.



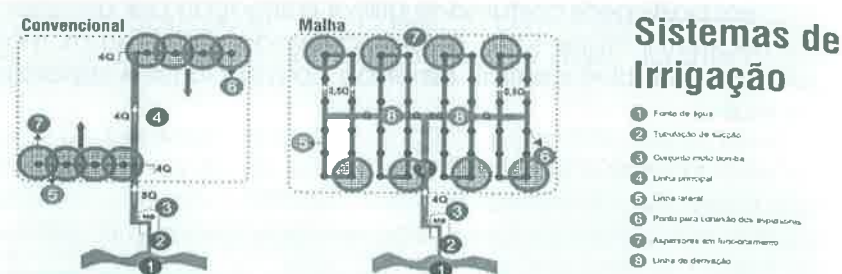
**Figura 4:** Pivô central em pastagem de capim-Mombaça

Fonte: Embrapa Pecuária Sudeste.

O pivô central (Figura 4) é um equipamento versátil e de fácil operação, mas seu custo de instalação é alto em áreas pequenas e o equipamento é mais utilizado em áreas superiores a 40 ha. Pivôs bem projetados e manejados têm alta uniformidade de aplicação de água e baixa relação potência/área (3 a 5 cv/ha) e baixos custos de operação e de mão-de-obra.

Como a maioria da produção de leite ocorre em pequenas áreas, os sistemas mais utilizados são do tipo

aspersão convencional – semiportátil ou fixa – e aspersão em malha. A aspersão convencional semiportátil (Figuras 5, à esquerda) tem uma linha principal fixa (LP) e uma ou mais linhas laterais móveis (tubulação com aspersores).



**Figura 5:** Esquema de sistemas de irrigação por aspersão convencional e aspersão em malha  
Fonte: Irrigaterra (<http://www.irrigaterra.com.br>).

Na aspersão em malha (Figura 5, à direita), toda a tubulação é fixa e geralmente enterrada a cerca de 50 cm, para aumentar a durabilidade. A malha é a tubulação onde estão os aspersores (um aspersor por malha). Como a água chega ao aspersor pelas duas extremidades da malha, pode-se usar tubos de menor diâmetro nesse sistema. Geralmente são utilizados tubos de baixa pressão, com diâmetro igual ou menor que uma polegada, e aspersores de baixa pressão e vazão de 1.500 a 2.500 L/h.

## 6 PROJETOS E MANEJO DE IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS

Já afirmamos, em artigo anterior (Mundo do Leite n. 26, Jul./Ago. 2007), que a irrigação não é “a salvação do pasto”. Se for mal utilizada pode até ser o fundo do poço. Mas se for empregada junto com outras técnicas (calagem, adubação, manejo do rebanho e da pastagem, treinamento de mão-de-obra e controle administrativo), contribuirá para aumentar a lucratividade e o sucesso na produção de leite.

Detalhes que às vezes são esquecidos fazem a diferença entre lucro e prejuízo em momentos de crise. Na irrigação o sucesso depende de três fatores: um projeto bem feito, um

método simples de manejo e pessoas motivadas a fazer o que é certo.

### 6.1 PROJETO E CUSTOS DE IRRIGAÇÃO

O preço de compra (custo de aquisição) não deve ser o único fator de escolha do sistema de irrigação. No custo total de um sistema de irrigação entram os custos de compra, instalação, financeiro, manutenção e operação (mão-de-obra e energia).

O produtor deveria escolher o sistema de menor custo total. Como o que se vê é o valor de compra, a maioria compra o sistema de menor preço e se esquece dos gastos com instalação, manutenção, energia e mão-de-obra. Isto só vai pesar no bolso mais tarde. Em qualquer sistema de irrigação, deve-se procurar o menor custo total. Como este artigo é sobre pastagens, trataremos apenas da irrigação por aspersão.

Um estudo feito por pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste em sistemas de produção de leite no Estado de São Paulo mostrou que a maioria das propriedades tem sistemas de irrigação com alta potência por área irrigada (7,5 a 20 cavalos-vapor por hectare, ou cv/ha), com aspersores de médio a grande porte e alta pressão de serviço (40 mca ou mais). A mão-de-obra e a energia são os itens que mais aumentam o custo total da irrigação. Muitos sistemas foram adquiridos sem projeto, e vários foram reaproveitados de outros cultivos. Geralmente os sistemas de irrigação não estão adequados à nova área, têm custo total elevado e reduzem o ganho do produtor.

Quase sempre é possível redimensionar os sistemas para trabalhar com bombas menores (1 a 4 cv/ha) e aspersores de baixa pressão (20 a 25 mca). A Tabela 1 é um exemplo de mudança de um sistema de irrigação da própria Embrapa Pecuária Sudeste, que foi convertido de alta potência/área (12,5 cv/ha) para um sistema de baixa potência/área (4 cv/ha). O sistema inicial funcionava 8 h/dia (4 h/dia de irrigação e 4 h de mudança de linhas) durante 120 dias/ano. O novo sistema de irrigação (Figura 6) funciona 9 h/dia e 120

dia/ano, mas sem interrupção da irrigação para mudança de aspersores nas linhas

**Tabela 1:** Custo de energia e mão-de-obra para irrigação de pastagens

| Potência<br>(cv/ha) | Tempo de<br>irrigação<br>(h/dia) (dias/ano) |     | Energia                      |                            | Mão-de-obra                             |                       | Custo Total<br>(R\$/ha/ano) |
|---------------------|---------------------------------------------|-----|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|                     |                                             |     | Consumo<br>anual<br>(kWh/ha) | Custo<br>anual<br>(R\$/ha) | Necessidade<br>(h/ha/dia) (diárias/ano) | Custo<br>(R\$/ha/ano) |                             |
| 12,5                | 4                                           | 120 | 4410                         | 807,03                     | 5,0                                     | 75                    | 2307,03                     |
| 4                   | 9                                           | 120 | 3175                         | 581,03                     | 0,4                                     | 6                     | 701,03                      |

Obs.: 1 kWh = R\$ 0.183

Diária de um trabalhador: R\$20,00 (sem encargos sociais)



**Figura 6:** Sistema de irrigação por aspersão em malha na Embrapa Pecuária Sudoeste, São Carlos - SP

O custo de mão-de-obra diminuiu 92% (menos R\$ 1.380,00) e o custo de energia, menos 28% (R\$ 226,00). A energia e a mão-de-obra juntas deram uma redução de 70% (R\$ 1.606,00).

Se pensarmos em leite a R\$0,50 por litro, um produtor deixaria de gastar com a irrigação cerca de 800 litros de leite por hectare por ano, dinheiro que ficaria em seu bolso. A mesma situação da Embrapa Pecuária Sudeste foi observada em várias propriedades rurais.

## 6.2 REDIMENSIONAMENTO PARA VIABILIZAR A IRRIGAÇÃO

Neste exemplo mostramos o redimensionamento de um sistema de irrigação em uma propriedade participante do Projeto Balde Cheio, um trabalho de transferência de tecnologia para produtores de leite da Embrapa Pecuária Sudeste. Neste caso, a instituição parceira é a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

Um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo para a irrigação de capim Mombaça foi redimensionado e convertido para aspersão em malha, em uma propriedade rural no município de Arealva - SP (Figura 7).

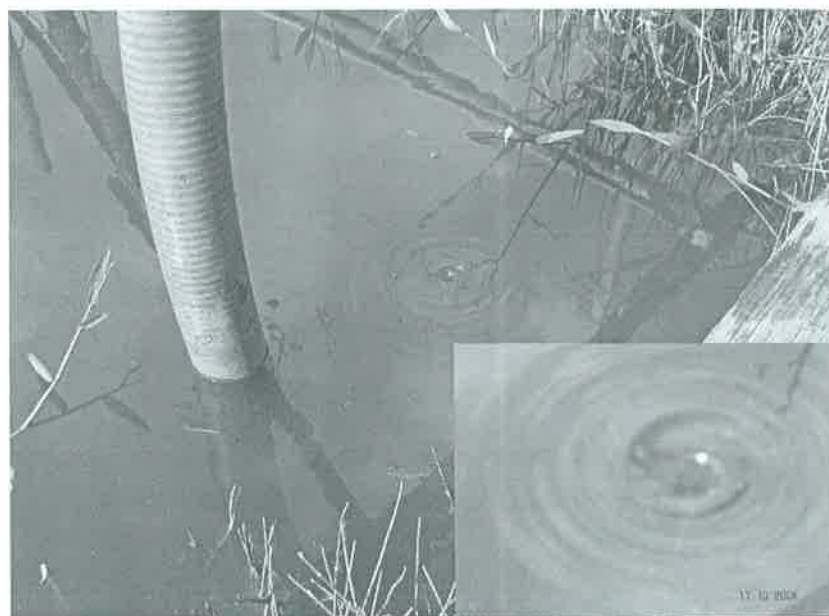


**Figura 7:** Sistema de irrigação por aspersão convencional fixo - Arealva-SP

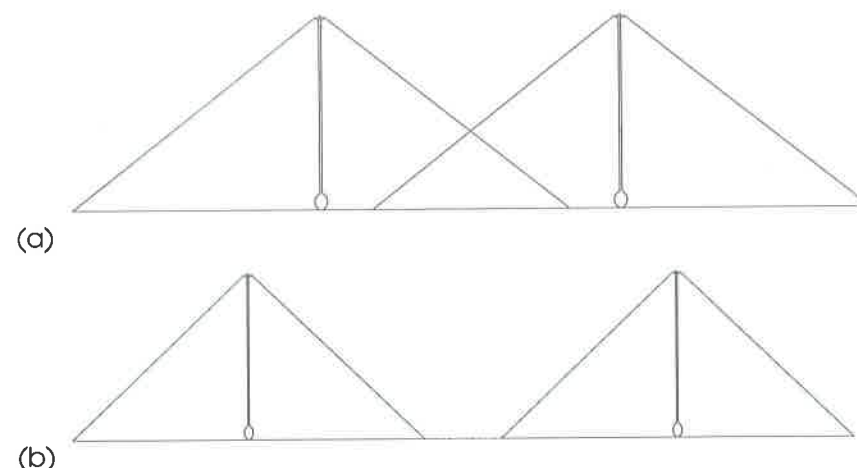
O período de irrigação é de 150 dias por ano. As características do sistema original e do sistema redimensionado são apresentadas na Tabela 2.

O sistema de irrigação original tinha área de 1,5 ha, bomba elétrica de 20 cv e consumo de energia por área de 47,7 kWh/ha/dia. O tempo de irrigação era de 7 h/dia, com 1 h/dia para manutenção e troca de posição dos aspersores. A sucção estava muito próxima da superfície da água e havia entrada de ar na bomba, que não funcionava bem (Figura 8).

A disposição das linhas laterais (tubulação com aspersores) estava incorreta, com espaçamento de 12 m x 40 m (aspersores x linhas). Como o raio molhado pelos aspersores era de 15 m, havia faixas entre as linhas de aspersores que não eram irrigadas (Figura 9).



**Figura 8:** Sucção de bomba centrífuga com ocorrência de vórtice (detalhe)



**Figura 9:** Sobreposição de jatos d'água: espaçamento correto (a) e incorreto (b) dos aspersores

O proprietário estava preocupado com o gasto de energia (R\$500,00 por mês), que inviabilizava a atividade leiteira em sua propriedade. Após a análise da situação, foram propostas as seguintes modificações:

- conversão do sistema convencional fixo para aspersão em malha;
- mudança do espaçamento para 18 m x 18 m (aspersores x linhas);
- troca da bomba centrífuga, calculada no redimensionamento;
- projeto de ampliação da área irrigada para 3 ha (dobro do original), com a mesma bomba centrífuga escolhida no redimensionamento.

O novo sistema de irrigação é do tipo aspersão em malha. Foram aproveitados todos os tubos do sistema original para diminuir o custo de reforma, comprando poucos tubos e conexões para algumas malhas, e uma bomba de menor potência (5 cv) para substituir a original (20 cv). O produtor foi aconselhado a colocar a bomba original à venda, para pagar a reforma do sistema de irrigação.

Os resultados na Tabela 2 mostram que a diminuição de custo ocorreu na mão-de-obra (menos 500,00 R\$/ha/ano, ou 67%) e na energia (menos 850,95 R\$/ha/ano, ou 65%). Assim, o custo total de irrigação passou de R\$ 2.820,36 para R\$1.463,81

por hectare, uma redução de 1.356,55 R\$/ha/ano (48%). O produtor deixou de gastar 2.713 litros de leite por hectare com a irrigação. Essa economia no custo anual cobriu todo o custo de aquisição, implantação e manutenção do novo sistema (R\$1005,39) e ainda sobrou algum dinheiro para pagar a conta de energia.

**Tabela 2:** Características e custos dos sistemas original e modificado, em pasto de Mombaca de Arealva - SP

| Parâmetro                               | Sistema de irrigação (Aspersão)      |                                    |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
|                                         | Sistema original (Asp. convencional) | Sistema modificado (Asp. em malha) |
| Fonte de energia                        | Elétrica                             | Elétrica                           |
| Potência da bomba centrífuga (cv)       | 20                                   | 5                                  |
| Potência consumida pela bomba (cv)      | 16,2                                 | 3,4                                |
| Área irrigada (ha)                      | 1,5                                  | 1,5                                |
| Potência/Área (Instalada) (cv/ha)       | 13,3                                 | 3,3                                |
| Potência/Área (Consumida) (cv/ha)       | 10,8                                 | 2,3                                |
| Tempo de irrigação (h/dia)              | 7                                    | 10                                 |
| Tempo efetivo de irrigação (h/dia)      | 6                                    | 10                                 |
| Uso de mão-de-obra (h/dia)              | 3                                    | 1                                  |
| Consumo de energia (kWh/dia)            | 71,5                                 | 25,0                               |
| Consumo/área (kWh/ha/dia)               | 47,7                                 | 16,7                               |
| <b>Custos de irrigação (R\$/ha/ano)</b> | <b>Sistema original</b>              | <b>Sistema modificado</b>          |
| Aquisição e implantação                 | 636,99                               | 632,30                             |
| Manutenção                              | 124,00                               | 123,09                             |
| Mão-de-obra (R\$ 20,00/diária de 8 h)*  | 750,00                               | 250,00                             |
| Energia (irrigação 150 dias/ano)**      | 1.309,37                             | 458,42                             |
| <b>Custo total (R\$/ha/ano)</b>         | <b>2.820,36</b>                      | <b>1.463,81</b>                    |

\* Diária de R\$ 20,00, mão-de-obra interna e sem encargos trabalhistas (agricultura familiar)

\*\* Preço da energia: R\$0,183 por kWh

### 6.3 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação inclui o manejo do equipamento e da água, e ambos fundamentais. Um sistema de irrigação é como roupa de alfaiate: feito sob medida. Se o equipamento for mudado de área, deve ser redimensionado para funcionar bem. Por exemplo, se um sistema de irrigação está em uma área com desnível de 10 metros e for mudado para outra com desnível de 20 metros, não funcionará da mesma maneira.

Devemos prestar atenção à uniformidade de aplicação de água, que depende de cinco fatores: 1) tipo de aspersor; 2) espaçamento entre aspersores; 3) pressão em cada ponto do sistema; 4) sobreposição dos jatos d'água dos aspersores; 5) vento.

Para simplificar o manejo e uniformizar a aplicação de água, os aspersores devem ser de um só tipo, ter o mesmo diâmetro de bocais e o mesmo espaçamento entre eles. Isto parece óbvio, mas já vimos áreas de pastagens com quatro tipos de aspersores, e ainda com bocais diferentes.

Na Tabela 3 está o catálogo de um aspersor, fornecido pelo fabricante. Dá para perceber que a vazão (L/h) e a taxa de aplicação (mm/h) mudam de acordo com os bocais usados e com o espaçamento (aspersores x linhas de tubos).

**Tabela 3:** Catálogo de um aspersor de porte médio

| Combinação de bocais (mm x mm) | Características operacionais |             |                       |                                           |         |         |         |
|--------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------|---------|---------|
|                                | pressão de serviço (mca)     | vazão (L/h) | Diâmetro irrigado (m) | Taxa de aplicação (mm/h)                  |         |         |         |
|                                |                              |             |                       | Espaçamento (m x m) (Aspersores x Linhas) |         |         |         |
|                                |                              |             |                       | 6 x 12                                    | 12 x 12 | 12 x 18 | 18 x 18 |
| 3,0<br>x<br>3,0                | 25                           | 1067        | 27                    | 14,82                                     | 7,41    | 4,94    | 3,29    |
|                                | 30                           | 1168        | 29                    | 16,22                                     | 8,11    | 5,41    | 3,60    |
|                                | 35                           | 1262        | 28                    | 17,53                                     | 8,76    | 5,84    | 3,90    |
|                                | 40                           | 1349        | 28                    | 18,74                                     | 9,37    | 6,25    | 4,16    |
| 4,0<br>x<br>3,0                | 25                           | 1489        | 30                    | 20,68                                     | 10,34   | 6,89    | 4,60    |
|                                | 30                           | 1631        | 30                    | 22,65                                     | 11,33   | 7,55    | 5,03    |
|                                | 35                           | 1761        | 31                    | 24,46                                     | 12,23   | 8,15    | 5,44    |
|                                | 40                           | 1883        | 32                    | 26,15                                     | 13,08   | 8,72    | 5,81    |

Veja as partes em amarelo na Tabela 3: o aspersor com bocais 3,0 x 3,0 e pressão de 25 metros de coluna d'água (mca) tem vazão de 1067 L/h. Se o espaçamento for de 12 x 12 m, ele aplicará 7,41 mm/h. Se o mesmo aspersor o espaçamento for 12 x 18 m, ele passa a aplicar 4,94 mm/h. Então, se muda o espaçamento, mudam a taxa de aplicação e o tempo que o aspersor precisa ficar irrigando uma mesma posição.

Geralmente se esquece de medir a pressão disponível em cada ponto do sistema de irrigação. Sem um projeto

hidráulico, é difícil saber se a distribuição de pressão é adequada. Isto pode gerar problemas como a falta de pressão para funcionar os aspersores, ou a ruptura do encanamento por excesso de pressão.

É possível medir a pressão nos pontos de engate dos aspersores, com um manômetro (Figura 10). Se a pressão variar muito, a vazão dos aspersores vai junto.



**Figura 10:** Manômetro adaptado para medir pressão no engate dos aspersores  
a - Manômetro e engate; b - detalhe do manômetro

Voltando à Tabela 3 (partes em cor azul), o aspersor com bocais de 4,0 x 3,0; se pressão de serviço mudar de 25 para 40 mca, a vazão aumenta de 1489 para 1883 L/h. Olhando na coluna do espaçamento 18 x 18 m, essa mudança de vazão faz a taxa de aplicação passar de 4,6 para 5,81 mm/h. Isto significa que, irrigando por 5 horas, com pressão de 25 mca serão aplicados 23 mm de água (23 litros por metro quadrado), e com pressão de 40 mca serão aplicados 29 mm.

Se a aplicação correta for 23 mm, houve um excesso de 6 mm no segundo caso. A diferença parece pequena, mas cada milímetro aplicado corresponde a 10 mil litros por hectare (10 m<sup>3</sup>/ha). Então, 6 mm a mais representam um gasto desnecessário de 60 mil litros de água por hectare (60 m<sup>3</sup>/ha).

que poderiam ser usados para irrigar outra área e produzir mais leite. É o custo do desperdício: o produtor perde a oportunidade de aumentar seu lucro.

### 6.3.1 Manutenção

A manutenção do sistema de irrigação é muito importante. Bocais entopem, tubos quebram, bombas se desgastam e há quebras por acidentes com animais. É preciso verificar o funcionamento do sistema e providenciar consertos o mais rápido possível.

O produtor e seu técnico devem orientar as operações e definir a quantidade de água a ser aplicada. O operador deve conhecer bem o sistema e ser treinado para ver possíveis problemas (falta de pressão, vazão irregular, entupimento, mau funcionamento da bomba, etc.) e evitar os danos por má operação e a interrupção da irrigação, reduzindo o custo de manutenção. Lembre-se: tal como um carro, é nos períodos de uso mais intenso que as quebras acontecem.

### 6.3.2 Manejo de água em pastagens irrigadas

Quando o estresse hídrico limita a produção, a irrigação traz grandes benefícios às pastagens. É preciso conhecer a necessidade de água das forrageiras e adotar práticas de manejo para otimizar a produção e o uso de terra, água e energia.

Há três formas de calcular a quantidade de água a aplicar na irrigação (lâmina d'água): a) manejo via solo; b) via clima; c) misto (solo + clima).

No manejo via solo, lâmina d'água de irrigação é calculada medindo a umidade do solo em dois períodos seguidos de tempo (Ex.: a cada dois dias). A medição da umidade é feita com amostras do solo retiradas no campo, que são pesadas, secas, e pesadas novamente. Usamos a diferença entre a umidade do período anterior e a umidade atual do solo para calcular quanta água saiu da camada de solo onde há raízes (Ex.: Do dia 05/09 ao dia 10/09, saíram 25 mm em 50 cm de solo). Basta repor essa água para voltar ao máximo armazenamento de água no solo.

No manejo via clima são usados os resultados de experimentos para simular o consumo de água da planta e sua relação com o clima. É possível prever a umidade atual do solo com cálculos do consumo de água das plantas e do armazenamento de água no solo, decidir se há necessidade de irrigar e quanta água aplicar. É o chamado balanço hídrico.

O armazenamento de água é calculado com amostras de solo enviadas a laboratórios especializados. Já o consumo de água das plantas (evapotranspiração, ou simplesmente ET), pode ser calculado de muitas maneiras.

Na Embrapa Pecuária Sudeste foi desenvolvido um método para manejo da irrigação de pastagens, utilizando um pluviômetro e tanque Classe A, ou um evaporímetro de Piché. Esse método é simples e de baixo custo, principalmente se for usado o Piché, e pode ser utilizado em propriedades de qualquer porte.

O Piché pode ficar pendurado na sombra de uma varanda, com a extremidade aberta para baixo. A água evapora através do papel de filtro e a diminuição do nível da água nesse tubo de vidro pode ser medida, pois o Piché tem marcações, ou traços, e cada traço representa 1 milímetro evaporado. O método relacionou a chuva e a evaporação de água do Piché ao consumo de água (evapotranspiração) de várias forrageiras.

O consumo de água dessas forrageiras variou de 55% a 72% da evaporação do tanque Classe A ou do Piché. Como a chuva é água de graça, desconta-se a quantidade de chuva do consumo da planta e calcula-se a necessidade de irrigação. O produtor deve medir a evaporação de água no Piché e calcular a necessidade de irrigação assim:

$$IRR = (EPI - Chuva) \times K$$

IRR – irrigação necessária, em milímetros

EPI – evaporação de água no Piché, em milímetros

K – índice de relação entre evaporação e evapotranspiração (valor médio = 0,65)

Exemplo - Para um intervalo entre irrigações de 5 dias, foram feitas as medidas:

$$\left. \begin{array}{l} EPI = 28 \text{ mm} \\ Chuva = 5 \text{ mm} \\ K = 0,65 \end{array} \right\} \begin{array}{l} IRR = (28 - 5) \times 0,65 = 23 \times 0,65 \\ IRR = 15 \text{ mm} \end{array}$$

### 6.3.3 Considerações sobre projetos e manejo de irrigação

Não se deve comprar um sistema de irrigação olhando apenas o preço, mas observar também o custo de manutenção e operação (mão-de-obra e energia).

O manejo da irrigação envolve os cuidados com o equipamento (sistema de irrigação), desde seu projeto à manutenção, e também o controle da aplicação de água. O principal fator de sucesso é a formação e a informação dos técnicos e produtores.

Há vários métodos que podem ser utilizados no manejo da água, em pastagens ou em outros cultivos. A escolha do método depende das condições do usuário utilizá-lo. Qualquer método de manejo de água é melhor que nenhum.

## 7 ANÁLISE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS

Muitas vezes conversamos com produtores rurais sobre as dificuldades enfrentadas em suas propriedades e em seus sistemas de produção. Eles falam sobre genética animal, mão-de-obra, insumos, preço do leite, palestras e exposições. Fazem projeções e planos futuros para incrementar a produção de leite, inclusive a irrigação de pastagens. Entretanto, pouco se fala do técnico da extensão rural de instituições públicas e privadas.

Tem gente que pensa que o técnico é muito caro, e já ouvimos dizer que cooperativas fecham o setor técnico porque ele não dá lucro... Não pode haver pior engano, pois se o setor de vendas dá lucro direto, os técnicos de extensão rural fidelizam o cliente. Bons profissionais fazem o acompanhamento da aplicação de produtos e técnicas que

levam o produtor a um sistema de produção melhor, com mais saúde econômica e ambiental.

A conclusão é que o valor de um profissional técnico é igual ao dos benefícios que ele gera, e isto depende do quanto esse técnico investe em sua formação e atualização de conhecimentos.

Esta matéria é uma homenagem aos técnicos de extensão rural que tiveram a coragem de "voltar à escola" para aprender como fazer projetos e reduzir os custos de irrigação, aumentando a viabilidade econômica da produção de leite em pasto irrigado.

### 7.1 "DÁ PARA FAZER MELHOR?"

A pergunta acima não sai da cabeça dos bons profissionais, sejam produtores ou técnicos. Se hoje usamos algumas técnicas e procedemos de certa maneira, não quer dizer que devemos continuar assim eternamente. Temos que trabalhar para melhorar a eficiência econômica e aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Ao pensar em irrigação de pastagens, o técnico deve lembrar que ele é um fator de produção e significa que gera despesas, custos. Portanto, deve ser utilizado de modo a dar o maior retorno possível.

O técnico deve preocupar-se em projetar um sistema que aplique água de modo uniforme e tenha o menor custo total. Sobre isto já escrevemos na matéria anterior, lembrando que os custos de irrigação incluem a compra, a instalação e a manutenção do sistema de irrigação, a energia e a mão-de-obra.

Eis alguns fatores fundamentais para diminuir o custo de irrigação:

- Aumentar o tempo de irrigação: mais trabalho com menos aspersores;
- Usar aspersores de baixa pressão;
- Enterrar os tubos em sistemas fixos para aumentar sua durabilidade;
- Usar automação para reduzir o custo de mão-de-obra;
- Escolher bombas centrífugas com a maior eficiência de uso de energia;

- Escolher bons fornecedores de material (qualidade e preço);
- Buscar as melhores fontes de financiamento (se for o caso);
- Fazer um bom projeto do sistema de irrigação (pode até dar certo sem projeto, mas você nunca saberá se podia ser melhor...);
- Verificar o funcionamento do sistema periodicamente, para garantir uma boa operação e corrigir possíveis falhas;
- Procurar um bom técnico, qualificado e responsável, para fazer o projeto.

Além disso, peça ao técnico que mostre o custo total de seu projeto (aquisição, implantação, manutenção, mão-de-obra e energia). O produtor rural deve lembrar que acabou de "casar-se" com o sistema de irrigação, e que esse casamento vai durar dez anos, no mínimo, talvez o dobro disso. Portanto, é melhor namorar muito e escolher bem a "noiva".

Se o técnico for bom, mostrará os números do projeto e até fará um convite ao produtor para visitar algum outro projeto com a mesma concepção.

### 7.2 CUSTOS DE IRRIGAÇÃO

A maior produção de matéria seca em pastagens irrigadas possibilita aumentar a produtividade por área (L/ha) e o produtor pode produzir a mesma quantidade de leite utilizando uma área menor. Assim, há uma redução de custo da infra-estrutura (cercas, bebedouros, corredores, etc.) e é possível reduzir o custo de fornecimento de alimentos volumosos e concentrados no cocho, pois as vacas estarão colhendo uma parte maior de sua dieta. A redução de custos poderá compensar o capital empregado na implantação e operação da irrigação.

Para avaliar a viabilidade econômica de sistemas de irrigação deve-se considerar todos os custos envolvidos, não apenas o custo de aquisição e implantação.

O custo total de irrigação pode ser expresso de maneira simples se for dividido em quatro itens:

- a) Aquisição e implantação: é o valor que o produtor deve desembolsar para ter um sistema de irrigação funcionando. Em sistemas de aspersão para pastagens, esses custos variam entre R\$2.500,00 e R\$5.000,00, dependendo do tipo e do grau de sofisticação. Sistemas fixos enterrados e com dispositivos de automatização da irrigação têm maior custo de aquisição, mas têm menor custo de operação (mão-de-obra e energia);
- b) Financeiro: Mesmo que o produtor não use financiamento bancário para comprar o sistema de irrigação, deve lembrar que seu dinheiro poderia estar rendendo na poupança ou em outra aplicação qualquer. Então o sistema de irrigação deve pagar o rendimento da aplicação desfeita. O custo financeiro está embutido no custo de aquisição e implantação e o pagamento desses custos é feito ao longo da vida útil do sistema de irrigação;
- c) Mão-de-obra: esse custo considera apenas o tempo gasto com a operação e manutenção do sistema de irrigação. Em sistemas fixos como a aspersão em malha, o emprego diário de mão-de-obra é de meia a uma hora por hectare (0,5 a 1 h/ha.dia). Os custos trabalhistas devem ser embutidos no valor pago ao empregado;
- d) Energia: Assim como na mão-de-obra, esse custo depende do tempo de operação. Em seu cálculo considera-se a potência consumida pela bomba centrífuga, o tempo de operação (horas/dia), o período de irrigação (dias/ano) e a tarifa de energia elétrica.

### 7.3 UM EXEMPLO, MIL PALAVRAS

Para ilustrar melhor, serão apresentados dois exemplos de custos de sistemas de irrigação: no primeiro mostra-se o erro de decidir-se pela compra de um sistema de irrigação apenas pelo preço de aquisição; no segundo, compara-se o custo de um sistema de irrigação antes e após o redimensionamento.

Exemplo 1: Comparação de custos de dois sistemas de irrigação por aspersão, dados como opção a um produtor participante do Projeto Balde Chelo (Tabela 4).

O Sistema A tem menor custo de aquisição e implantação, mas como foi adquirido sem um projeto adequado, os custos de mão-de-obra e de energia superam os do Sistema B, que foi projetado pensando também nos custos

de operação do sistema. Se o produtor rural basear a decisão de compra apenas no custo de aquisição, a escolha será o Sistema A. Entretanto, um produtor cauteloso poderá verificar que o Sistema B é mais vantajoso, embora tenha maior custo de aquisição.

**Tabela 4:** Características e custos de irrigação de dois sistemas de irrigação (A e B), em propriedade rural de Arealva-SP, com pastagem de capim Mombaça

| Parâmetro                               | Sistema de irrigação por aspersão |                 |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
|                                         | Sistema A                         | Sistema B       |
| Fonte de energia                        | Elétrica                          | Elétrica        |
| Potência da bomba centrífuga (cv)       | 20                                | 5               |
| Potência consumida pela bomba (cv)      | 16,2                              | 3,4             |
| Área irrigada (ha)                      | 1,5                               | 1,5             |
| Potência/Área (cv/ha)                   | 13,3                              | 3,3             |
| Potência/Área (Consumida) (cv/ha)       | 10,8                              | 2,3             |
| Tempo de irrigação (h/dia)              | 7                                 | 10              |
| Tempo efetivo de irrigação (h/dia)      | 6                                 | 10              |
| Uso de mão-de-obra (h/dia)              | 3                                 | 1               |
| Consumo de energia (kWh/dia)            | 71,5                              | 25,0            |
| Consumo/área (kWh/ha/dia)               | 47,7                              | 16,7            |
| <b>Custos de irrigação (R\$/ha/ano)</b> |                                   |                 |
| Aquisição e implantação                 | 636,99                            | 632,30          |
| Manutenção                              | 124,00                            | 123,09          |
| Mão-de-obra (R\$ 20,00/diária de 8 h)*  | 1.000,00                          | 166,67          |
| Energia (irrigação 100 dias/ano)        | 872,78                            | 305,29          |
| <b>Custo total (R\$/ha/ano)</b>         | <b>2.633,76</b>                   | <b>1.227,34</b> |

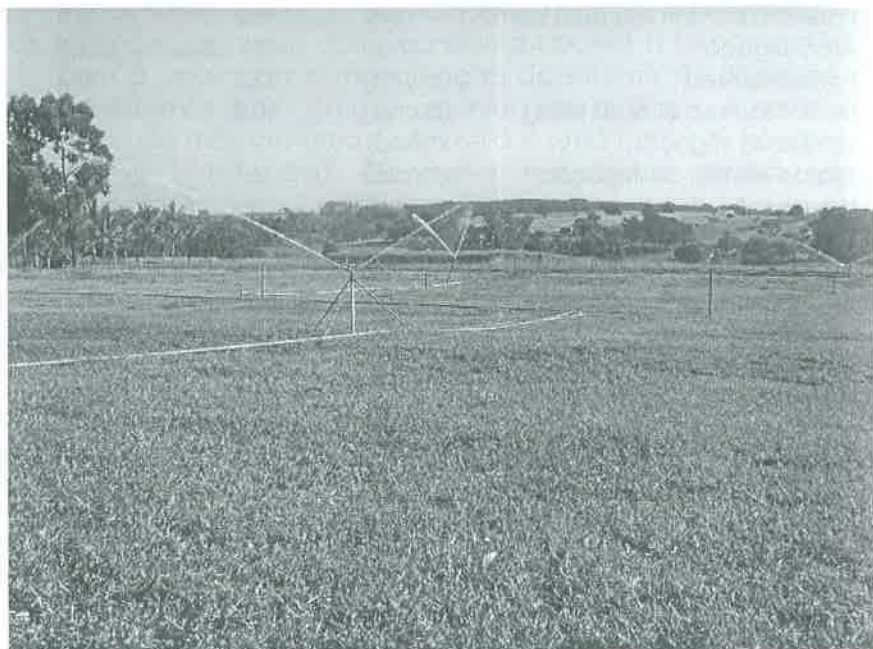
\* Diária de R\$20,00, mão-de-obra interna e sem encargos trabalhistas (propriedade de agricultura familiar)

O Sistema A é semi-portátil e tem maior demanda de mão-de-obra; o Sistema B é fixo, o que reduziu muito o uso de mão-de-obra (de 3 hora/dia para 1 hora/dia). Além disso, as principais diferenças entre os dois sistemas são a potência da bomba centrífuga, a relação potência/área (cv/ha) e o consumo de energia. Todos os itens são menores no Sistema B. Os principais responsáveis pela redução do custo de irrigação

no Sistema B foram a mão-de-obra e a energia (Tabela 4 - últimas linhas).

Independentemente do tipo de sistema de irrigação (pivô, aspersão convencional, malha ou outro tipo), o investimento em irrigação é como os demais investimentos: a decisão de investir deve basear-se em critérios técnicos e administrativos que permitam ao produtor aumentar as chances de sucesso com o uso dessa técnica na atividade de produção leiteira.

**Exemplo 2:** Redimensionamento de um sistema irrigação localizado em uma propriedade produtora de leite e participante do Projeto Balde Cheio, em Ipiruá-SP (Instituição parceira: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI).

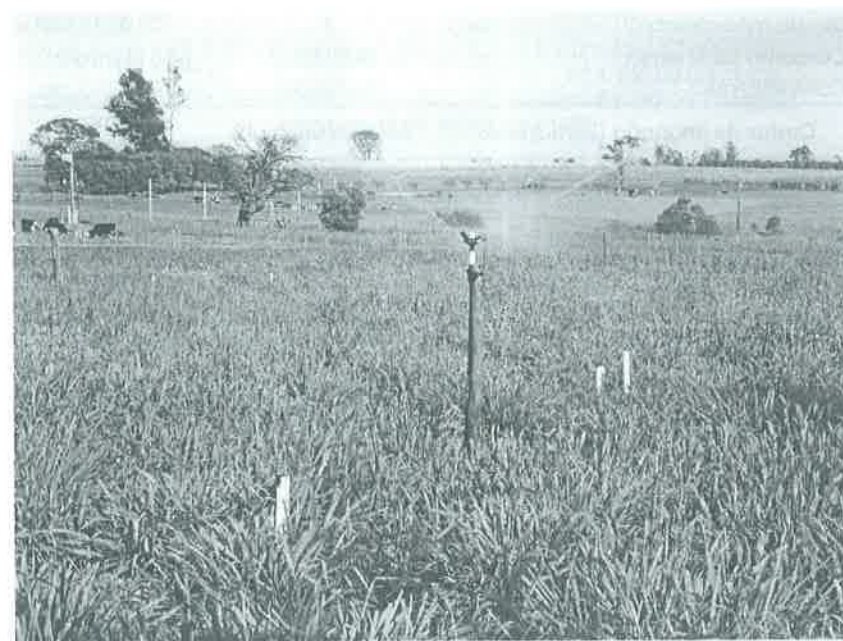


**Figura 11:** Sistema de aspersão convencional com aspersores de alta pressão

Na propriedade em questão havia, até 2005, um sistema de irrigação por aspersão convencional portátil para a irrigação dos capins Mombaça e Tifton 85 (Figura 11). O sistema funcionava com bomba centrífuga de 15 cv acoplada a um

trator. O produtor tinha dificuldade de fazer a irrigação, por causa da grande necessidade de mão-de-obra para irrigação (4-8h/dia) e do custo do óleo diesel (R\$ 30,00/dia).

O sistema foi redimensionado e convertido para aspersão em malha (Figura 12), com duas bombas: uma para abastecer o reservatório e outra para a irrigação. O período de irrigação é de 237 dias por ano, pois o produtor faz a sobressemeadura de aveia. As características do sistema antes e após o redimensionamento estão na Tabela 5.



**Figura 12:** Irrigação por aspersão em malha com aspersores de baixa pressão

**Tabela 5:** Características e custos dos sistemas original e modificado - Ipiguá-SP

| Parâmetro                              | Sistema de irrigação (Aspersão)      |                                    |
|----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
|                                        | Sistema original (Asp. convencional) | Sistema modificado (Asp. em malha) |
| Fonte de energia                       | Diesel                               | Elétrica                           |
| Potência da bomba centrífuga (cv)      | 15                                   | 7 *                                |
| Potência consumida pela bomba (cv)     | 15                                   | 7                                  |
| Área irrigada (ha)                     | 1,8                                  | 1,8                                |
| Potência/Área (Instalada) (cv/ha)      | 8,3                                  | 3,9                                |
| Potência/Área (Consumida) (cv/ha)      | 8,3                                  | 3,9                                |
| Tempo de irrigação (h/dia)             | 5                                    | 12                                 |
| Tempo efetivo de irrigação (h/dia)     | 3                                    | 12                                 |
| Uso de mão-de-obra (h/dia)             | 3                                    | 1                                  |
| Consumo de energia                     | 16,2 L/dia                           | 34,3 kWh/dia                       |
| Consumo/área                           | 9 L/ha, dia                          | 19,1 kWh/há/dia                    |
| Custos de irrigação (R\$/ha/ano)       | Sistema original                     | Sistema modificado                 |
| Aquisição e implantação                | 259,25                               | 840,16                             |
| Manutenção                             | 90,00                                | 152,78                             |
| Mão-de-obra (R\$20,00/diária de 8 h)** | 1.777,50                             | 592,50                             |
| Energia (irrigação 150 dias/ano)***    | 7.102,89                             | 950,61                             |
| <b>Custo total (R\$/ha/ano)</b>        | <b>9.229,64</b>                      | <b>2.536,04</b>                    |

\* 2 bombas: bomba 1 (3cv) - abastecimento de reservatório; bomba 2 (4 cv) irrigação

\*\* Diária de R\$20,00, mão-de-obra interna, sem encargos trabalhistas (agricultura familiar)

\*\*\* Preço da energia: R\$0,21 por kWh e R\$1,85 por litro de óleo diesel

Os custos da mão-de-obra e do óleo diesel estavam muito altos. A modificação do sistema de irrigação reduziu esses custos e melhorou muito a situação do produtor.

Podemos analisar de forma mais simples, considerando apenas o custo operacional da irrigação e verificar se a reforma do sistema é viável:

#### SISTEMA ORIGINAL (CONVENCIONAL)

Reservatório - Bomba de 15 cv  
 237 dias/ano x 3 h / dia = 711 h x 15 cv /h  
 = 10.665 cv / ano x 0,735 = 7.838 Kwh / ano  
 x R\$ 0,19 = R\$ 1.489,20 / ano (A)  
 Bombeamento - Trator  
 7 h / dia R\$30,00 (óleo diesel)  
 237 x R\$30,00  
 = R\$7.110,0 (C)  
 TOTAL A + C = R\$ 8.677,00 / ano  
 : 1,8 ha = R\$ 4.820,00 / ha / ano  
 : 12 meses = R\$ 401,00 / ha/mês

#### SISTEMA REDIMENSIONADO (MALHA)

Reservatório - Bomba 4 cv  
 237 dias/ano x 12 h / dia = 2.844 h / ano  
 x 4 cv / h = 11.376 cv / ano  
 x 0,735 = 8.361 Kwh x R\$0,19 = R\$1.588,60 /ano (B)  
 Bombeamento - Bomba 3 cv  
 237 x 16 h / dia = 3.792 h / ano X 3 cv/h =  
 = 11.376 x 0,735 = 8.361 Kwh/ano x R\$0,19  
 = R\$ 1.588,60 (D)  
 TOTAL B + D = R\$ 3.177,00 / ano  
 : 1,8 ha = R\$ 1.765,00 ha / ano  
 : 12 meses = R\$ 147,00 / ha/mês

**ECONOMIA DE R\$254,00 / MÊS**

#### INVESTIMENTOS - REDIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

R\$5.500,00 (Bombas, tubo polietileno, conexões, etc.)  
 R\$5.000,00 (eletrificação)

Total = R\$10.500,00  
 Venda Bomba 15 cv = R\$2.000,00  
 Valor gasto = R\$8.500,00

Tempo para retorno do investimento:  
 R\$8.500,00:R\$254,00/mês = 34 meses

Incluindo a redução de despesas devido à melhor utilização da pastagem no período de inverno (sobressemeadura) tem-se uma situação ainda melhor:

#### CUSTO DA PASTAGEM (Junho/2006 a Julho 2007)

Adubação R\$3.498,00  
 Energia elétrica R\$3.190,00  
 sobressemeadura (aveia e azevém) R\$245,00  
 Total = R\$6.933,00/ano

Área - 1,8 há  
 Custos de produção:  
 R\$6.933,00 ano/1,8 ha = R\$3.851,60 ha/ano  
 R\$3.851,60/365 dias = R\$10,50 ha/dia  
 R\$10,50 ha/dia/11 vacas/há

R\$ 0,95/vaca/dia

#### COMPARAÇÃO COM A CANA DE AÇÚCAR (ALIMENTAÇÃO)

Cana de açúcar (R\$100,00 ton. MS)  
 Consumo - 35 kg MV/vaca/dia - 9 kg MS/vaca/dia  
 9 kg MS/vaca/dia cana x R\$0,10 kg MS = R\$0,90/vaca/dia

Correção da cana 0,3 kg uréia (R\$1,10 kg) = R\$0,33/vaca/dia  
 Concentrado 1 kg de caroço de algodão R\$0,35 kg  
R\$1,58/vaca/dia  
Diferença de R\$ 0,63/vaca/dia (62%)

#### ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

20 vacas x R\$ 0,63 = R\$ 12,60 / dia x 30 dias = R\$378,00 mês  
 Economia sistema de irrigação R\$254,00 mês  
 R\$632,00 mês

Investimento R\$8.500,00

Tempo para retorno do investimento:  
 R\$8.500,00:R\$632,00/mês = 13 meses

## 8 CONCLUSÕES

Quanto vale um técnico da extensão rural?

Se considerarmos que o proprietário tinha dificuldades em manejar a irrigação devido a seu alto custo, e que entre 2003 e 2007 o seu lucro passou de R\$/ha 557,83 para R\$5.763,89, a pergunta está muito bem respondida.

## 9 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.P.; DRUMOND, L.C.D. Viabilidade econômica da irrigação de pastagens. In: FNP. **AnualPec 2005**. São Paulo: FNP Consultoria, 2005. p. 50-52.
- ANDRADE, C.M.S. **Produção de bovinos em pastagem irrigada**. Viçosa: Depto. de Zootecnia, CCA/UFV, 2000. 23 p.
- PEDREIRA, J.V. **Crescimento estacional dos capins colônio (*Panicum maximum*), gordura (*Melinis minutiflora*), jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e pangola de Taiwan A-24 (*Digitaria pentzii*)**. Piracicaba: ESALQ, 1972. 117 p. (Tese de Doutorado - ESALQ/USP).
- RODRIGUES, A. de A.; MENDONÇA, F. C.; PEDROSO, A. de F.; SANTOS, P. M.; FREITAS, A. R. de TUPY, O. **Utilização, em pastejo, de aveia semeada sobre capim-tanzânia, para complementação da dieta de vacas de alta produção na época da seca: resposta bioeconômica**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Pecuária Sudeste; 3).  
<http://www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacaogratis/boletim-de-pesquisa-desenvolvimento/boletim-p-d-3.pdf/view>
- RIBEIRO, E. G.; *et al.* Produção de matéria seca total, foliar e composição química da folha dos capins elefante cv. Napier

(*Pennisetum purpureum*, Schum.) e *Panicum maximum*, Jacq. cv. Mombaça, sob irrigação. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande: SBZ, **Anais...**, 2004. (CD-ROM)

SOUZA, E. M. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca e qualidade da forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Animal) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; GARGANTINI, P.E.; LIMA, R.C. Qualidade de forragem de capim mombaça sob irrigação na região Oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16, 2006. Goiânia: ABID, **Anais...**, 2006. (CD-ROM).